

INSTITUTUL POLITEHNIC BUCURESTI
Facultatea METALURGIE
Catedra TURNĂTORIE-AGREGATE

Şef lucrări

Dr. ing. I. CHIRA

Şef lucrări

Dr. ing. C. CERNAT

ELABORAREA SI TURNAREA ALIAJELOR NEFEROASE

- Indrumar de laborator -



- pentru uzul studenţilor -

INSTITUTUL POLITEHNIC BUCURESTI
FACULTATEA DE METALURGIE
CATEDRA TURNATORIE - AGREGATE

SEF LUCRARI
Dr.ing.C.CERNAT

SEF LUCRARI
Dr.ing.I.CHIRA

ELABORAREA SI TURNAREA ALIAJELOR NEFEROASE

- Indrumar de laborator -

pentru uzul studentilor

C U P R I N S

Partea I : LUCRARI DE LABORATOR

Capitolul 1

CUPRUL SI ALIAJELE PE BAZA DE CUPRU

Lucrarea 1.1. DEZOXIDAREA CUPRULUI	5
Lucrarea 1.2. ELABORAREA SI TURNAREA BRONZURILOR CU STANDIU... 13	
Lucrarea 1.3. ELABORAREA SI TURNAREA ALAMELOR BINARE	21
Lucrarea 1.4. ELABORAREA BRONZURILOR CU PLUMB	28
Lucrarea 1.5. ELABORAREA SI TURNAREA ALAMELOR SPECIALE	34
LUCRAREA 1.6. MODIFICAREA ALIAJELOR DE CUPRU	39

Capitolul 2

ALIAJE PE BAZA DE ALUMINIU

Lucrarea 2.1. DEGAZAREA ALIAJELOR DE ALUMINIU	45
Lucrarea 2.2. MODIFICAREA ALIAJELOR ALUMINIU-SILICIU	51
Lucrarea 2.3. ELABORAREA SI TURNAREA ALIAJELOR ALUMINIU- MAGNEZIU	58
Lucrarea 2.4. ELABORAREA SI TURNAREA ALIAJELOR ALUMINIU-CUPRU... 63	

Capitolul 3

ALIAJE NEFEROASE SPECIALE

Lucrarea 3.1. ELABORAREA SI TURNAREA ALIAJELOR PE BAZA DE ZINC	68
Lucrarea 3.2. TURNAREA ALIAJELOR ANTIFRICTIUNE PE BAZA DE STANIU	73
Lucrarea 3.3. ELABORAREA SI TURNAREA ALIAJELOR DE MAGNEZIU 76	

Capitolul 4

ELABORAREA PREALIAJELOR

Lucrarea 4.1. ELABORAREA PREALIAJELOR FOLOSITE LA ELABORAREA ALIAJELOR CU BAZA DE CUPRU	83
--	----

Lucrarea 4.2. ELABORAREA PREALIAJELOR UTILIZATE LA ELABORAREA ALIAJELOR PE BAZA DE ALUMINIU SI PE BAZA DE MAGNEZIU	94
Lucrarea 4.3. ELABORAREA ALIAJELOR NEFEROASE DIN DESEURI SI COLECTARI DE MICI DIMENSIUNI	100

Partea a II-a : APLICATII SI PROBLEME

Capitolul 5

CALCULUL CANTITATII DE DEZOXIDANT	105
---	-----

Capitolul 6

IDENTIFICAREA SI APRECIEREA STRUCTURII ALAMELOR SPECIALE PE BAZA COMPOZITIEI	107
--	-----

Capitolul 7

CALCULUL DE INCARCATURA	110
-----------------------------------	-----

Capitolul 8

CALCULUL COMPOZITIEI UNOR ALIAJE BINARE PE BAZA STRUCTURII METALOGRAFICE	119
--	-----

A N E X E

Anexa 1 - Compoziția chimică a cuprului fosforos (STAS 2270 - 75)	121
Anexa 2 - Reactivi metalografici pentru metale și aliaje neferoase	122
Anexa 3 - Etaloane pentru determinarea pe cale metalografică a conținutului de oxigen în cupru	126
Anexa 4 - Metale neferoase turnate în blocuri	128
Anexa 5 - Aliaje neferoase turnate în blocuri (utilizate pentru elaborarea aliajelor secundare turnabile) standardizate în R.S.R.	133
Anexa 6 - Aliaje neferoase turnate în piese, standardizate în R.S.R.	134

Anexa 7 - Aliaje cupru-staniu, turnate în blocuri (STAS 197/1 - 80)	135
Anexa 8 - Aliaje cupru-zinc (alame) turnate în blocuri (STAS 199/1 - 83)	136
Anexa 9 - Aliaje cupru-aluminiu, turnate în blocuri (STAS 198/1 - 80)	137
Anexa 10 - Aliaje de aluminiu, turnate în blocuri (STAS 201/1 - 80)	138
Anexa 11 - Aliaje de zinc, în blocuri, pentru turnarea sub presiune (STAS 6925/1 - 76)	141
Anexa 12 - Tipuri de aliaje neferoase provenite din colectări (degauri) (STAS 3017-78)	142
Anexa 13 - Compozițiile chimice ale prealiajelor utilizate la elaborarea aliajelor neferoase	144
Anexa 14 - Modificatori pentru aliajele neferoase turnate în piese	146
Anexa 15 - Fluxuri de protecție și rafinare utilizate la elaborarea aliajelor neferoase	149
Anexa 16 - Fluxuri de degazare utilizate la elaborarea aliajelor neferoase	151
Anexa 17 - Fondanți de acoperire și de rafinare pentru elaborarea aliajelor neferoase	152
Anexa 18 - Fluxuri modificatoare utilizate la elaborarea aliajelor neferoase	154
Anexa 19 - Fondanți pentru aliaje cu baza de aluminiu	155
Anexa 20.1. - Oxidarea elementelor (pierderi specifice prin ardere) la elaborarea diferitelor tipuri de aliaje neferoase (în % masice)	156
Anexa 20.2. - Oxidarea elementelor la elaborarea aliajelor neferoase în funcție de compactitatea încăl- turii și tipul agregatului de elaborare (în % masice)	157

Anexa 20.3.	- Oxidarea elementelor de aliere la elaborarea aliajelor neferoase în funcție de particularitățile topirii : tipul de fondant, tipul de combustibil, numărul de topiri sau re-topiri	159
Anexa 21	- Căldura de formare a unor oxizi și temperatura lor de formare	161
Anexa 22	- Proprietățile fizice ale unor metale neferoase folosite în turnătorii	163
Anexa 23	- Proprietățile unor metale neferoase în stare lichidă	165
Bibliografie		166

Partea I : LUCRARI DE LABORATOR

Capitolul I

CUPRUL SI ALIAJELE PE BAZA DE CUPRU

Lucrarea 1.1.

DEZOXIDAREA CUPRULUI

A. Scopul și obiectul lucrării

Cunoașterea și însușirea operațiilor, proceselor tehnologice și tehnicilor curente de dezoxidare din practica topirii cuprului și elaborării aliajelor cu baza de cupru.

B. Date generale. Teoria și principiul lucrării

Oxidarea cuprului în timpul topirii sale este una din cauzele folosirii limitate a lui pentru piesele turnate ; oxidarea produce scăderea fluidității, apariția microretasurilor și asperităților pe suprafața pieselor, precum și o reducere a caracteristicilor mecanice.

Din acest motiv, dezoxidarea băii de cupru reprezintă o operație obligatorie înaintea efectuării alierii pentru elaborarea aliajelor cu baza de cupru sau a turnării pieselor din cupru pur.

Conform diagramei de echilibru cupru-oxigen, eutecticul care cristalizează la temperatura de 1065°C apare la o concentrație de 0,39% O_2 ceea ce corespunde la 3,45% Cu_2O în greutate (fig. 1.1.1.).

Soluția solidă conține între 0,003 și 0,1% Cu_2O , în funcție de temperatură ; în cazul unui aliaj eutectic cu 0,39% O_2 structura constă dintr-o masă de cupru, în care sînt distribuite uniform, cristale de Cu_2O sub formă globulară, de culoare gri-albăstrui.

Un aliaj hipoeutectic, cu mai puțin de 0,39% O_2 va prezenta o structură alcătuită din cristale primare de cupru, înconjurate de eutectic ($\text{Cu} + \text{Cu}_2\text{O}$).

Conținutul de Cu_2O și implicit de O_2 , poate fi apreciat prin metoda metalografică (v. cap. 5).

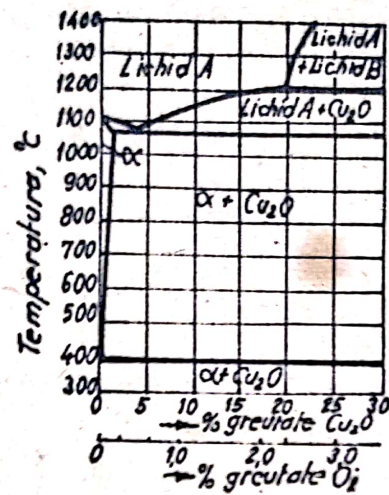


Fig. 1.1.1. Porțiunea eutectică din diagrama $\text{Cu}-\text{Cu}_2\text{O}$

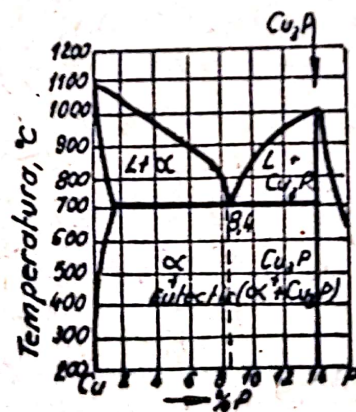


Fig. 1.1.2 Diagrama binară de echilibru $\text{Cu}-\text{P}$

În baza diagramei de echilibru se consideră că o probă cu 3,45% Cu_2O conține 0,39% O_2 și structura este formată din 100% eutectic ($\text{Cu} + \text{Cu}_2\text{O}$).

În general, după cantitatea de eutectic dintr-un aliaj hipoeutectic, determinată prin planimetrarea suprafeței, se determină conținutul de oxigen, folosind relația :

$$\text{O}_2 = \frac{0,39 \cdot A}{100} \quad (1.1.1.)$$

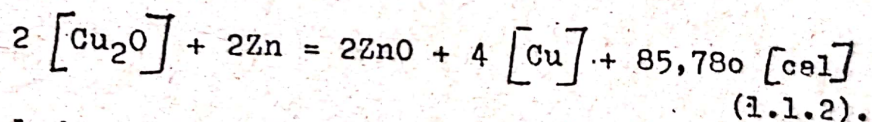
în care :

O_2 este procentul în greutate de oxigen ;

A - procentul din suprafață ocupat de eutectic Aliajele $\text{Cu} - \text{Cu}_2\text{O}$ hipereutectice (care conțin mai mult de 0,39% O_2) prezintă o structură formată din cristale primare de Cu_2O , care sînt înglobate în masa de eutectic globular.

Prin procesul de dezoxidare al cuprului, se înțelege reducerea oxidului cupros Cu_2O și înlăturarea oxigenului, în primul rînd prin separarea lui chimică cu ajutorul altor substanțe mai active.

Reacțiile de dezoxidare au loc conform următoarei scheme :



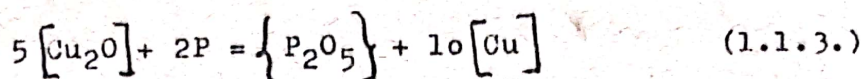
Gradul de activitate al dezoxidantului se apreciază prin diferența dintre valorile tensiunilor de disociere, sau a căldurilor de formare. Cu cît tensiunea de disociere a oxidului format în urma reacției este mai mică, sau căldura de formare este mai mare, cu atît dezoxidantul va fi mai puternic.

Dezoxidantul cel mai des folosit în practică este fosforul, care se introduce sub formă de prealiaj cupru-fosfor (cupru fosforos tip Cu_3P care conține 9-13% P) (STAS 2270 - 75) (v. anexa 1).

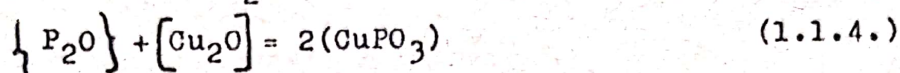
Diagrama de echilibru $\text{Cu} - \text{P}$ indică formarea compusului Cu_3P la 14% P, care împreună cu cupru formează un eutectic la conținutul de 8,4% P (fig. 1.1.2).

Dezoxidarea cu fosfor are loc conform următoarelor

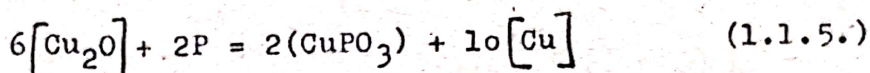
reacții :



Pentoxidul de fosfor este volatil, iar bulele acestuia intră în contact cu Cu_2O :



Formarea metafosfatului de cupru are loc și direct :



În timpul dezoxidării cu fosfor au loc toate reacțiile de mai sus ; experimental, s-a stabilit că ponderea cea mai mare în desfășurarea procesului o are reacția (1.1.5.).

Cantitatea de dezoxidant se poate calcula pe baza reacției de dezoxidare, în funcție de conținutul de Cu_2O înainte de dezoxidare, determinat pe baza analizei microstructurii probelor luate din baie (v. cap. 5).

În practică adăusul de cupru fosforos se determină pe baza rezultatelor probei tehnologice, care constă în examinarea suprafeței probei turnate și al aspectului rupturii probei tehnologice.

Dezoxidarea cu fosfor prezintă inconvenientul că excesul de fosfor ce rămâne în metal, scade conductibilitatea electrică ; din aceste motive, uneori se folosesc și alți dezoxidanți : Ti, B, Si, Mg etc.

C. Desfășurarea lucrării :

a. Utilaje, aparate, instrumente și materiale necesare :

- cuptor electric cu rezistență sau cuptor cu creuzet încălzit cu gaz, de capacitate 3 - 4 kg ;
- termocuplu de imersie ;
- linguri de turnare ;
- bare de oțel pentru amestecare ;
- cochilă din fontă pentru turnarea probei de verificare a dezoxidării ;
- microscop metalografic ;

- aparatură pentru pregătirea glifurilor metalografice;
- cântar de materiale ;
- fierăstrău mecanic și manual pentru debitarea probelor;
- ghilotină pentru debitarea plăcilor de cupru electro-litic în vederea gârjării ;
- aparat pentru determinarea contracției liniare (tip BOLSAKOV, similar cu cel de la disciplina de "Elabora-rea și turnarea fontelor") ;
- cupru electrolitic de puritate 99,98% Cu , STAS 270/1 - 80 ;
- cupru fosforos : CuP₉, Cu-P₁₁ sau P₁₃, STAS 2270-75;
- fondanți de protecție :
 - mangal ;
 - borax + sodă (50:50) ;
 - zgură borică ;
- plăci și hîrtie fotografică ;
- reactiv metalografic (v. anexa 2) ;
- materiale de protecție : plăci de azbest, mănuși de azbest, ochelari etc.

b. Modul, etapele de lucru și ordinea operațiilor pentru efectuarea lucrării :

1. Cuprul electrolitic, aflat sub formă de plăci, se debitează la ghilotină în bucăți de dimensiuni mici, convenabile gârjării ; se cântărește cantitatea de 3 kg cu care se va efectua lucrarea.

2. Se curăță creuzetul cuptorului de eventuale resturi de material sau zgură, rămase de la topirile anterioare.

3. Se controlează funcționarea instalației de absorbție a gazelor de deasupra cuptorului.

4. In cuptor se încarcă întreaga cantitate de 3 kg de cupru electrolitic.

5. Se pornește cuptorul, mărind progresiv puterea de încălzire, pînă la topirea încărcăturii.

6. După topire se continuă supraîncălzirea bătii pînă la 1200 - 1250°C ; temperatura se controlează cu ajutorul

termocuplului de imersie, care se introduce în baia topită.

7. Baia de cupru se menține la temperatura de supraîncălzire, circa 10 minute, fără nici un fondant de protecție pe suprafață împotriva oxidării ; în această perioadă de timp, cu ajutorul barelor de oțel pentru amestecare se agită baia, în scopul provocării în mod intenționat a oxidării cuprului topit.

8. Se toarnă cu ajutorul unei linguri, preîncălzită deasupra băii, proba pentru ruptură, în cochila de fontă destinată acestui scop. Cuprul rămas se toarnă în lingotiere. După răcire în apă proba se rupe și se face examenul structurii prin analiză aspectului rupturii. Cuprul oxidat se caracterizează prin apariția în ruptură a unor pete sau puncte de culoare roșiatică, spre deosebire de cuprul dezoxidat, care va trebui să prezinte o ruptură cu structură fină, de culoare roz.

Datele privind caracterizarea structurii se vor înscrive în fișa de șarjă.

9. După ruperea probei, se prelevează din aceasta, microgliful care se pregătește pentru determinarea conținutului procentual de oxid de cupru. Microgliful va avea o grosime de minim 2 cm cu o suprafață a secțiunii părții de lucru de (10 x 15) mm. Se curăță suprafața cu pila, se spală cu apă, se șterge bine, apoi se șlefuește cu hîrtie de șlefuit mărimea 150, 400, 600 și 800 și se lustruește cu postav pînă la dispariția rizurilor și obținerea unei suprafețe de oglindă. Proba lustruită se examinează la microscop la o mărire de x 100, stabilind în câmpul vizual suprafața care conține numărul mediu de incluziuni de oxid de cupru. Incluziunile de Cu_2O apar în câmpul vizual colorate în albastru cenușiu și trebuie deosebite de incluziunile nemetalice și pori care apar, de culoare închisă. Se face fotografierea microstructurii, imaginea obținută comparîndu-se cu microfotografiile etalon (v. anexa 3). În acest fel se stabilește, conținutul de oxigen din probă, care se înscrie în caietul de lucru.

10. Se determină cantitatea de fosfor necesară pentru legarea întregii cantități de oxigen (oxigenul determinat după prima topire + oxigenul care va mai interveni datorită oxidării la retopire).

11. Cuprul rămas după prima topire se retopește, respectând aceeași ordine a operațiilor ca la prima topire. Topirea se va efectua în acest caz sub strat de fondant de 5-10 mm. Se va folosi unul din fondanții de protecție menționați la pct. 8.

12. După topire se va conduce mersul cuptorului astfel ca temperatura băii metalice să se mențină între 1150 - 1200°C; se va controla temperatura cu ajutorul termocuplului de imersie.

13. Se introduce în baie cantitatea calculată de prealiaj cupru fosforos, după ce a fost preîncălzit prin menținerea deasupra metalului topit. Cu ajutorul unei bare de amestecare se amestecă baia în interior (fără a agita prea mult suprafața acoperită cu fondant) în vederea activării reacției de dezoxidare.

14. După 4 - 5 minute se toarnă, ca și după prima topire, proba pentru ruptură, precum și probă pentru determinarea contracției, restul metalului topit turnându-se în lingotieră.

15. Se face analiza aspectului rupturii și se pregătește microgliful pentru analiza metalografică, efectuându-se operațiile prevăzute la pct. 8 și 9.

c. Interpretarea rezultatelor și conținutul referatului scris :

1. Se întocmește fișa de șarjă, în care se vor consemna parametrii tehnici și se va descrie tehnologia de topire a cuprului.

2. Se va descrie modul de apreciere a gradului de dezoxidare al cuprului după aspectul rupturii probei tehnologice.

3. Se va descrie metoda de determinare a conținutului de oxigen din cupru pe cale metalografică.

4. Se va efectua calculul complet al cantității de dezoxidant, prin luarea în considerație și a exemplului de calcul de la secțiunea de aplicații și probleme (v. cap. 5).

5. Interpretarea rezultatelor obținute se va efectua prin aprecierea valorilor următorilor parametrii, după prima

topire (oxidare) și după retopire și dezoxidare :

- greutatea șarjei, kg ;
- cantitatea de oxigen, grame ;
- cantitatea de Cu_2O , grame ;
- aspectul rupturii probei tehnologice ;
- tipul de fondant de protecție utilizat ;
- cantitatea folosită de cupru fosforos, în grame ;
- mărimea contracției liniare, după dezoxidare, în %.

Lucrarea 1.2.

ELABORAREA SI TURNAREA BRONZURILOR CU STANIU

A. Scopul și obiectul lucrării

Cunoașterea și însușirea tehnologiei de elaborare a bronzurilor cu staniu ; identificarea constituenților structurali și urmărirea variației caracteristicilor mecanice, în funcție de conținutul de staniu.

B. Date generale. Teoria și principiul lucrării

Bronzurile cu staniu sînt aliaje pe bază de cupru, avînd ca element principal de aliere staniul ; în țara noastră mărcile de bronzuri utilizate pentru turnare sînt indicate în STAS 197/1 - 80 (v. anexa 7).

Conform diagramei de echilibru a sistemului binar Al-Sn bronzurile industriale cu staniu conțin în structură următoarele faze (v. fig. 1.2.1.) :

- α = soluție solidă de substituție a staniului în cupru, rețea cubică cu fețe centrate ; solubilitatea maximă a staniului în cupru este 15,8% la 520°C, variînd cu temperatura conform diagramei din figura 1.2.1 ;
- β = soluție solidă, intermediară, peste 520°C pentru concentrații între 22 - 25,5% Sn ;
- γ = soluție solidă intermediară, de asemenea stabilă numai la temperatură ridicată, formîndu-se în urma reacției peritectice la 753°C.

Fazele β și γ cristalizează în sistemul cubic cu volum centrat, avînd la bază compusul electronic Cu_5Sn .

Faza δ de compoziția 32,55% Sn are la bază compusul electronic $\text{Cu}_{31}\text{Sn}_8$ și se formează din descompunerea eutectoidă a fazei γ la 520°C.

Faza ϵ rezultă prin descompunerea eutectoidă a fazei la 350°C ; acest proces decurge destul de încet, astfel că în bronzurile tehnice nu apare eutectoidul ($\alpha + \epsilon$).

Alte faze prezentate în diagrame de echilibru (ξ, η și θ) nu prezintă importanță practică.

În tabelul 1.2.1. se indică fazele și constituienții prezenți în aliajele Cu - Sn în funcție de compoziția chimică.

Tabelul 1.2.1.

Structura bronzurilor turnate în funcție de compoziția chimică

Compoziția		Constituienții după solidificare	Constituienții în aliaje la răcire încetă la temperatură normală
Cu	Sn		
100 - 87	0 - 13	α	α
87 - 86	13 - 14	$\alpha + \beta$	α
86 - 78	14 - 22	$\alpha + \beta$	$\alpha + \delta$
78 - 74	22 - 26	$\beta \rightarrow (\alpha + \delta)$	$\alpha + \delta$

În condiții de solidificare normală, bronzurile cu conținut redus de staniu au structură formată din dendrite de soluție solidă α , iar cele cu conținut mai mare de Sn au structură formată din soluție solidă α înglobată în eutectoid $(\alpha + \delta)$, cu aspect punctiform.

Aspectul microstructurii bronzurilor cu 6% Sn și 14% Sn sînt redate schematic în figurile 1.2.2. și 1.2.3.

Proprietățile mecanice ale bronzurilor cu staniu depind foarte mult de compoziția lor chimică, fiind funcție de raportul fazelor ce apar în structură; cristalele de soluție solidă sînt plastice, în timp ce eutectoidul $(\alpha + \delta)$ este foarte dur și fragil.

În figura 1.2.4. este prezentată schematic variația caracteristicilor mecanice ale bronzurilor turnate în funcție de conținutul de staniu.

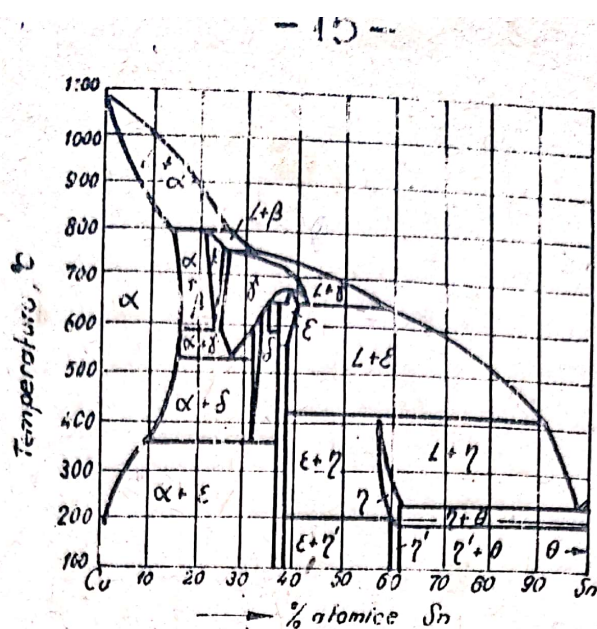


Fig. 1.2.1. Diagrama de echilibru Cu-Sn, zona bronzurilor utilizare pentru turnare

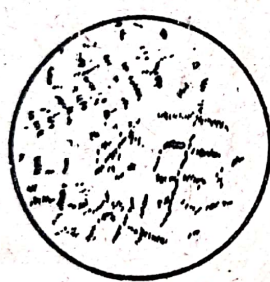


Fig. 1.2.2. Microstructura bronzului cu 6% Sn; solutie solidă α neomogenă



Fig. 1.2.3. Microstructura unui bronz cu 14% Sn; dendrite de solutie solidă α neomogenă și eutectoid (α+δ)

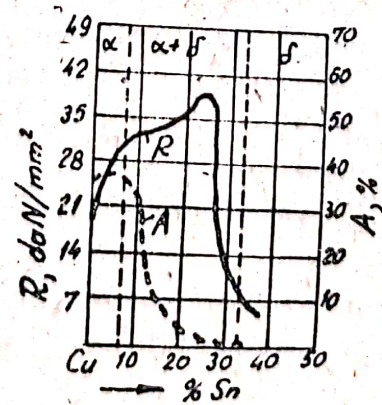


Fig. 1.2.4. Influenta continutului de staniu asupra caracteristicilor mecanice ale bronzurilor turnate.

C. Desfășurarea lucrării :

a. Utilaje, aparate, instrumente și materiale necesare :

- cuptor electric cu rezistență sau cuptor cu creuzet încălzit cu gaz, de capacitate 5 - 6 kg ;
- termocuplu de imersie ;
- linguri de turnare ;
- bare de oțel pentru amestecare ;
- cochilă din fontă pentru turnarea probei de verificare a dezoxidării ;
- microscop metalografic ;
- aparatură pentru pregătirea șlifturilor metalografice ;
- cântar de materiale ;
- fierăstrău mecanic și manual pentru debitarea probelor ;
- ghilotină pentru debitarea plăcilor de cupru în vederea șarjării ;
- aparat pentru determinarea contracției la solidificare ;
- cupru electrolitic, CuE (STAS 270/1 - 80 ; puritate 99,98%) ;
- staniu bloc (STAS 10309-75 ; puritate 99,9%) ;
- cupru fosforos, CuP₁₃ sau CuP₁₁ (STAS 2270-75) ;
- fondanți de protecție :
 - mangal ;
 - borax + sodă (50:50) ;
- plăci și hîrtie fotografică ;
- reactiv metalografic (v. anexe 2) ;
- materiale de protecție : plăci de azbest, mănuși de azbest, ochelari etc.

b. Modul, etapele de lucru și ordinea operațiilor pentru efectuarea lucrării :

1. Se pregătește materia primă în vederea șarjării :

- cuprul electrolitic aflat sub formă de plăci se debitează la ghilotină în bucăți de dimensiuni mici, convenabile șarjării ;
- staniul bloc, se pregătește pentru șarjare prin debitare în bucăți de dimensiuni convenabile, fie cu ajutorul unei bare de oțel încălzite, fie la ghilotină ;

- cuprul fosforos, fiind material oasant, se debitează prin spargere.

2. Se cântăresc următoarele cantități de materiale corespunzătoare unei șarje de 5 kg bronz cu 6% Sn ; (șarja 1):

- cupru electrolitic : 4,700 kg
- staniu bloc : 0,300 kg
- cupru fosforos,
CuP₁₁ : 0,010 kg

3. Se curăță creuzetul cuptorului de eventualele resturi de material sau zgură, rămase de la topirile anterioare.

4. Se controlează funcționarea instalației de absorbție a gazelor de deasupra cuptorului (hote de ventilare).

5. Se pregătesc formele pentru turnarea epruvetelor în vederea determinării proprietăților mecanice, așezându-se în fața cuptorului de topire în pozițiile cele mai convenabile turnării.

6. În cazul elaborării în cuptor cu creuzet încălzit cu gaze înainte de încărcarea materialelor se încălzește cuptorul pînă cînd creuzetul a ajuns la roșu (cca. 800°C).

7. Se încarcă în cuptor întreaga cantitate de cupru electrolitic cîntărită, continuînd încălzirea cuptorului pînă la topirea metalului.

Observație. În cazul elaborării în cuptor cu creuzet încălzit cu gaze, se va regla raportul debitelor gaz/aer astfel ca pe toată perioada elaborării, flacăra să fie clară și albă, pînă la culoarea verzuie (flacăra slab oxidantă).

8. Din momentul în care începe formarea băii, aceasta se acoperă cu un strat de 5 - 10 mm fondant de protecție (se va folosi unul din fondanții prevăzuți la pct a) (v. și anexele 15, 16, 17, 18).

9. După topirea întregii cantități de cupru, se supraîncălzește baia metalică pînă la 1150 - 1200°C, controlînd temperatura cu termocuplul de imersie.

10. Se curăță suprafața băii de zgură și se introduce un nou strat de fondant.

11. Se introduce cantitatea cîntărită de cupru fosforos pentru dezoxidare, preîncălzit prin menținerea, un timp, deasupra băii ; se amestecă baia pentru omogenizarea și activarea reacțiilor de dezoxidare.

12. După 3-4 minute de la introducerea cuprului fosforos, se toarnă proba de dezoxidare apreciind gradul de dezoxidare după aspectul structurii (v. și lucrarea 1.2.).

13. Se verifică suplimentar dezoxidarea băii în felul următor : se trage la marginea creuzetului stratul de fondant, privindu-se direct oglinda băii ; aceasta, în cazul unei dezoxidări corespunzătoare, nu trebuie să fiarbă ci trebuie să fie liniștită.

14. Se introduce în cuptor, cu ajutorul unui clopot, cantitatea cîntărită de staniu, după ce a fost preîncălzit la cca 100°C prin menținerea pe marginea cuptorului ; se amestecă baia pentru omogenizare.

15. După cca. 3 - 4 minute se oprește cuptorul și se controlează temperatura de turnare cu ajutorul termocuplului de imersiie ; temperatura de turnare trebuie să fie cuprinsă între limitele $1100 - 1150^{\circ}\text{C}$.

16. Se toarnă cu ajutorul lingurii de turnare următoarele probe :

- proba de structură (se va turna în cochile pentru verificarea dezoxidării) ;

- probele pentru încercări mecanice ;

- proba pentru determinarea contracției ;

Probele vor fi pansonate cu numărul șarjei (șarja 1).

17. Din proba de structură se va preleva microșliful în condițiile arătate în lucrarea 1.1.

Pentru punerea în evidență a constituenților structurali, microșliful se va ataca cu unul din reactivii prevăzuți la punctul a.

După examen la microscop la o mărire $\times 100$, se vor nota în fișa de șarjă constituenții structurali ce au fost puși în evidență.

18. Epruvetele brute pentru determinarea caracteristicilor mecanice se vor pregăti prin debitarea rețelilor de turnare și se vor supune la încercări pentru a determina : rezistența la rupere la tracțiune, R , daN/mm², alungirea, A , % și duritatea BRINELL, HB.

19. Respectînd aceeași ordine a operațiilor se vor elabora următoarele două șarje corespunzătoare bronzurilor cu 10% și respectiv 14% Sn, folosind următoarele încărcături :

Șarja 2 :

- cupru electrolitic : 4,500 kg
- staniu bloc : 0,500 kg
- cupru fosforos : CuP₁₁ 0,010 kg

Șarja 3 :

- cupru electrolitic : 4,300 kg
- staniu bloc : 0,700 kg
- cupru fosforos: CuP₁₁ 0,010 kg

c. Interpretarea rezultatelor și conținutul referatului scris :

1. Se va întocmi fișele de șarjă pentru tipurile de bronzuri elaborate.
2. Se vor schița microstructurile corespunzătoare celor trei șarje de bronz elaborate, cu precizarea constituienților structurali.
3. Se vor interpreta rezultatele și se va întocmi graficul de variație a caracteristicilor mecanice în funcție de conținutul de staniu, utilizînd datele ce se vor trece în fișa de șarjă respectivă după modelul prezentat în tabelul 1.2.2.

Tabelul 1.2.2.

Influența compoziției chimice asupra caracteristicilor
tehnice și tehnologice ale bronzurilor turnate

	Serja 1	Serja 2	Serja 3
- Conținutul de Sn, %	6	10	14
- Constituenți structurali			
- Rezistența la rupere la tracțiune, R în daN/mm^2			
- Alungirea la rupere, A în %			
- Duritatea Brinell., HB			
- Contractia liniară, în %			

Lucrarea 1.3.

ELABORAREA SI TURNAREA ALAMELOR BINARE

A. Scopul și obiectul lucrării

Cunoașterea și însușirea tehnologiei de elaborare și turnare a alamelor binare ; identificarea constituenților metalografici și urmărirea influenței compoziției chimice asupra caracteristicilor mecanice și a proprietăților de turnare.

B. Date generale. Teoria și principiul lucrării

Alamele sînt aliaje din sistemul Cu-Zn ; pentru turnare se utilizează :

- alame simple, deci aliaje Cu-Zn binare ;
- alame complexe, speciale, cu elemente de aliere secundare, utilizate în scopul îmbunătățirii caracteristicilor mecanice și tehnologice ale acestor aliaje.

În țara noastră caracteristicile alamelor turnate sînt prevăzute de STAS 199/1-83 (v. și anexele 6 și 8).

Conform diagramei de echilibru, la temperatura camerei cuprul conține, în soluție solidă, pînă la 40% Zn ; spre deosebire de toate celelalte aliaje tehnice, solubilitatea zincului în cupru crește la coborîrea temperaturii (fig. 1.3.1.).

Structura alamelor binare după solidificare, cuprinde următoarele faze :

- α = soluție solidă de substituție a zincului în cupru, rețea cubică cu fețe centrate ; solubilitatea zincului în cupru la temperatura obișnuită este 39% și cu creșterea temperaturii variază conform diagramei pînă la 32,5% la temperatura peritectică de 905°C ;

- β = soluție solidă pe baza compusului electronic CuZn avînd la temperaturi ridicate un domeniu de existență mai larg între 37 - 57% Zn, care se îngustează la 45,5 - 48,9% Zn la 454°C ; sub temperatura de 453 - 470°C, ca urmare a ordonării atomilor din rețeaua cristalină a compusului Cu - Zn, faza β neordonată se transformă în faza β' ordonată ;

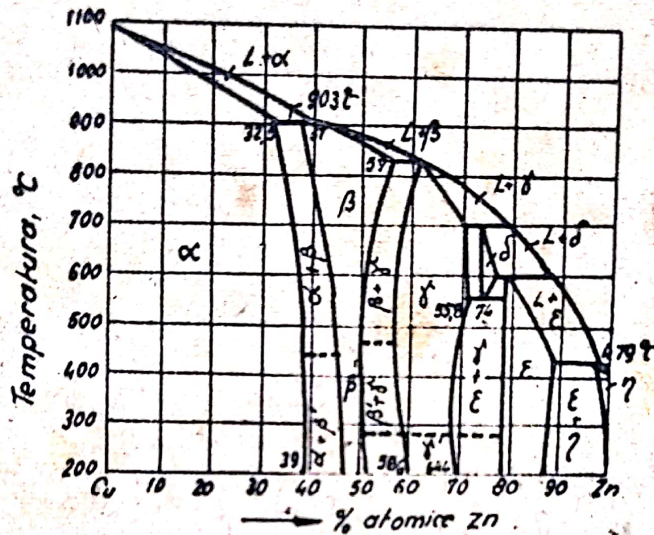


Fig. 1.3.1. Diagrama de echilibru Cu-Zn

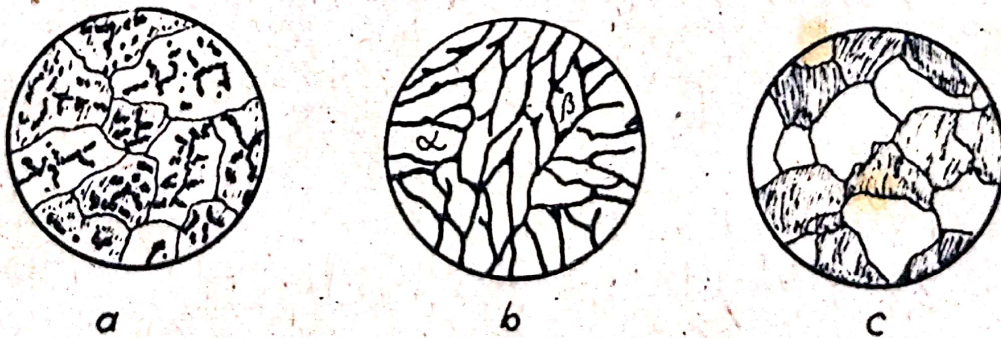


Fig. 1.3.2 Microstructurile lamelor turnate (scheme):

- a - lamă monofazică, cu pînă la ~ 40% Zn;
- b - lamă bifazică ($\alpha + \beta$), cu cca. 45% Zn;
- c - lamă cu ~ 50% Zn.

- μ = soluție solidă intermediară pe baza compusului electronic Cu_5Zn_8 cu domeniul cuprins între 58,6% - 64,4% Zn.

Faza γ suferă de asemeni o transformare la 270°C cu formarea soluției solide ordonate μ' .

Deoarece în practică se folosesc alame cu pînă la 55 - 60% Zn, restul fazelor ce apar în diagrama de echilibrare interesează mai puțin ; constituenții ce apar în alamele binaire, conform compoziției chimice sînt prezentați în tabelul 1.3.1.

Tabelul 1.3.1.

Influența compoziției chimice asupra structurii alamelor turnate

Compoziția chimică, %		Constituenții prezenți la temperatura de 500°C	Constituenții prezenți în aliaje la răcire înceată, la temperatura normală
Cu	Zn		
100 - 67,5	0 - 32,5	α	α
67,5 - 63,1	32,5 - 36,9	$\alpha + \beta$	α
63,1 - 61	36,9 - 39,0	$\alpha + \beta$	$\alpha + \beta$
61 - 55,5	39,0 - 45,5	β	$\alpha + \beta$
55,5 - 51	45,5 - 49	β	β'
51 - 43,5	49,0 - 56,5	β	$\beta' + \mu$
43,5 - 41,4	56,5 - 58,6	$\beta + \mu$	$\beta' + \mu$
41,4 - 35,6	58,6 - 64,4	γ	μ

Alamele monofazice au structura formată din soluție solidă α cu aspect dendritic, iar la conținuturi mai mari de zinc, apar alamele bifazice ; în figura 1.3.2. sînt prezentate schematic microstructurile unor tipuri de alame turnate.

Caracteristicile mecanice și fluiditatea alamelor, variază în funcție de compoziția chimică conform diagramelor din figurile 1.3.3. și 1.3.4.

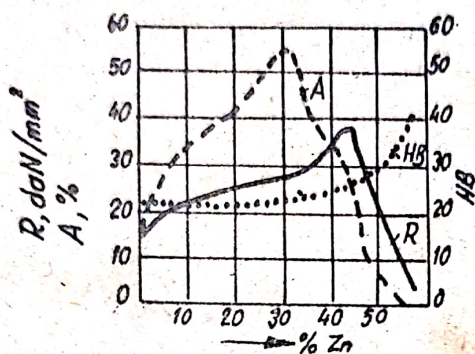


Fig. 1.3.3. Influența conținutului de zinc asupra caracteristicilor mecanice ale alamelor turnate.

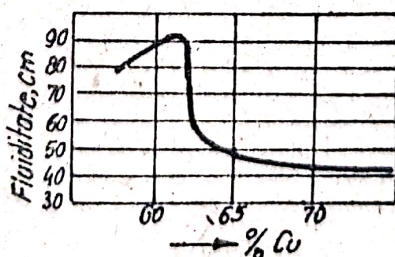


Fig. 1.3.4. Influența compoziției chimice a alamelor turnate asupra fluidității la turnare.

C. Desfășurarea lucrării :

a. Utilaje, aparate, instrumente și materiale necesare :

- cuptor electric cu rezistență sau cuptor cu creuzet încălzit cu gaz, de capacitate 5 - 6 kg ;
- termocuplu de imersie ;
- linguri de turnare ;
- bare de oțel pentru amestecare ;
- cochile sau forme pentru turnarea epruvetelor în stare brută, necesare încercărilor mecanice ;
- cochilă din fontă pentru turnarea probei de structură ;
- forme pentru turnarea probei de fluiditate ;
- microscop metalografic ;
- aparatură pentru pregătirea șlifturilor metalografice ;
- cântar de materiale ;
- fierăstrău mecanic și manual pentru debitarea materialelor și a probelor ;
- ghilotină pentru debitarea materiilor prime în vederea șerjării ;
- aparat pentru determinarea contracției la solidificare ;
- cupru electrolitic, CuE (STAS 270/1 - 80, de puritate 99,98%) ;
- zinc (STAS 646-76, de puritate 99,99%) ;
- fondanți de protecție :
 - mangal ;
 - borax + sodă (50:50)
- plăci și hîrtie fotografică ;
- reactiv metalografic (v. anexa 2) ;
- materiale de protecție : plăci de azbest, mănuși de azbest, ochelari etc.

b. Modul, etapele de lucru și ordinea operațiilor pentru efectuarea lucrării :

1. Se pregătește materia primă în vederea șerjării :
 - Cuprul electrolitic, aflat sub formă de plăci, se debitează la ghilotină în bucăți de dimensiuni mici, convenabile șerjării ;

- zincul se pregătește fie prin debitare la ghilotină, fie prin spargere.

2. Se cântăresc următoarele cantități de materiale, corespunzătoare unei șarje de 5 kg alamă binară cu 30% Zn.

- Cupru electrolitic : 3,500 kg

- Zinc : 1,500 kg

3. Se curăță creuzetul cuptorului de eventualele resturi de materiale sau zgură, rămase de la topirile anterioare.

4. Se controlează funcționarea instalației de absorbție a gazelor de deasupra cuptorului.

5. Se pregătesc formele pentru turnarea epruvetelor în vederea determinării proprietăților mecanice și a formelor pentru turnarea probelor de fluiditate, așezându-se în fața cuptorului de topire, în pozițiile cele mai convenabile turnării.

6. În cazul elaborării în cuptor cu creuzet încălzit cu gaze, înainte de încărcarea materialelor, se încălzește cuptorul până când creuzetul a ajuns la rogu (cca. 800°C).

7. Se încarcă în cuptor întreaga cantitate de cupru electrolitic cântărită, continuând încălzirea cuptorului până la topirea metalului ; cantitatea cântărită de zinc, se așază pe marginea cuptorului pentru preîncălzire.

Pentru punerea în evidență a constituenților, microgliful se va ataca cu unul din reactivii prevăzuți la pct. 8.

După examinare la microscop, la o mărire de x 100, se vor nota în caietul de lucrări constituenții structurali puși în evidență.

16. Rezultatele probei de fluiditate se vor afla prin lungimea spirelei în mm.

17. Epruvetele pentru determinarea caracteristicilor mecanice se vor pregăti și încerca, conform prevederilor standardelor respective în vigoare.

18. Respectând aceeași ordine a operațiilor se vor elabora următoarele două șarje de alame binare, corespunzând unei compoziții de 40% Zn și respectiv 49% Zn.

Sarja 2 :

- cupru electrolitic : 3,000 kg
- zinc : 2,000 kg

Sarja 3 :

- cupru electrolitic : 2,550 kg
- zinc : 2,450 kg

c. Interpretarea rezultatelor și conținutul
referatului scris :

1. Se vor întocmi fișele de șarjă cu datele tehnice și tehnologice complete, care să descrie fidel tehnologia specifică de elaborare a alamelor destinate turnării.

2. Se vor schița microstructurile corespunzătoare celor trei compoziții de alamă cu indicarea constituenților structurali și compararea cu diagrama de echilibru.

3. Se vor interpreta rezultatele, întocmindu-se graficul de variație a fluidității și caracteristicilor mecanice, în funcție de conținutul de zinc, utilizând datele ce se vor trece în fișele de șarjă respective după modelul prezentat în tabelul 1.3.2.

Tabelul 1.3.2.

Influența compoziției chimice asupra caracteristicilor
mecanice și tehnologice ale alamelor turnate

	Sarja 1	Sarja 2	Sarja 3
- Conținutul de Zn %			
- Constituienții structurali			
- Fluiditatea, mm			
- Rezist. la rupere la tracțiune, R, în daN/mm ²			
- Alungirea la rupere, A în %			
- Duritatea Brinell, HB			
- Contractia liniară, în %			

Lucrarea 1.4.

ELABORAREA BRONZURILOR CU PLUMB

A. Scopul și obiectul lucrării

Cunoașterea și însușirea tehnologiei de elaborare și turnare a bronzului cu plumb ; urmărirea modului de repartiția plumbului în aliaj, precum și a variației caracteristicilor mecanice în funcție de compoziția chimică.

B. Date generale. Teoria și principiul lucrării

În țara noastră bronzurile cu plumb au caracteristicile indicate în STAS 1512-80 ; structura de turnare a acestor aliaje se analizează cu ajutorul diagramei binare Cu-Pb, care prezintă o lacună de solubilitate în stare lichidă pentru 36 - 87% Pb (fig. 1.4.1.).

Solubilitatea plumbului în cupru este practic nulă, astfel încât la solidificare se separă la limitele grăunților de cupru sub formă metalică ; în figura 1.4.2. se prezintă schematic aspectul microstructurii unui bronz cu ~ 30% Pb.

În funcție de conținutul de plumb și caracteristicile mecanice variază după datele indicate în figura 1.4.3.

Principalul domeniu de utilizare al bronzurilor cu plumb constă în turnarea pieselor (lagăre, cuzineți) ce lucrează la frecare, având bune caracteristici de antifricțiune; aceste caracteristici sînt determinate de structura aliajului, formată dintr-o fază mai dură - Cu - (de rezistență) și o fază mai moale - Pb - (fază antigripantă).

Problema esențială care se pune la elaborarea unor aliaje de calitate, este obținerea unei structuri cu o repartiție corespunzătoare a plumbului în masa de bază și evitarea fenomenului de segregatie, caracteristic acestui aliaj ; aceste separări de plumb trebuie să aibă formă globulară.

Pentru îmbunătățirea repartiției plumbului în masa de bază și îmbunătățirea caracteristicilor mecanice, în practică

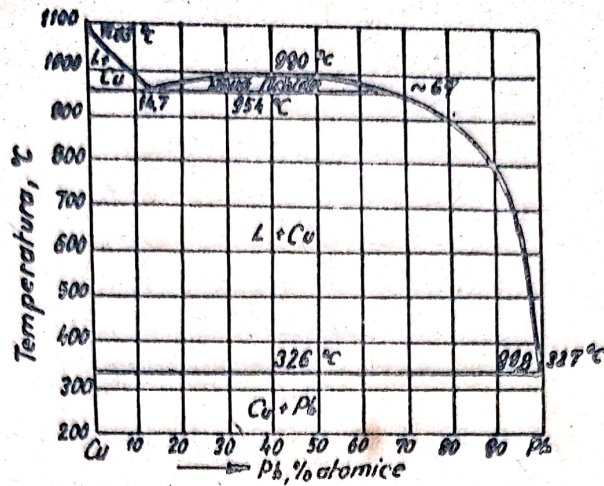


Fig. 1.4.1. Diagrama de echilibru Cu-Pb.

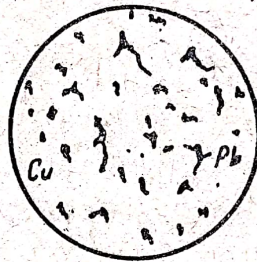


Fig. 1.4.2. Reprezentarea schematică a microstructurii unui bronz cu $\approx 30\%$ Pb.

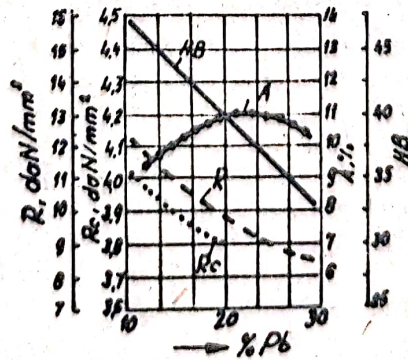


Fig. 1.4.3. Influența conținutului de Pb. asupra caracteristicilor mecanice ale bronzurilor cu plumb, turnate.

se folosește și alierea cu unele elemente ca staniu sau nichelul.

3. Desfășurarea lucrării :

a. Utilaje, aparate, instrumente și materiale necesare :

- cuptor electric cu rezistență sau cuptor cu creuzet încălzit cu gaz, de capacitate 5 - 6 kg ;
- termocuplu de imersie ;
- linguri de turnare ;
- bare de oțel pentru amestecare ;
- cochile sau forme pentru turnarea epruvetelor în stare brută, necesare încercărilor mecanice ;
- cochilă de fontă pentru turnarea probei de structură ;
- microscop metalografic ;
- aparatură pentru pregătirea șlifturilor metalografice ;
- cântar de materiale ;
- fierăstrău mecanic și manual pentru debitarea cuprului în vederea șarjării ;
- aparat pentru determinarea contracției la solidificare ;
- cupru electrolitic (STAS 270/1-80, de puritate 99,98%) ;
- plumb tehnic (STAS 663-76, de puritate 99,98%) ;
- cupru fosforos, CuP_{13} sau CuP_{11} (STAS 2270-75) ;
- fondanți de protecție :
 - mangal ;
 - borax + sodă (50:50) ;
 - plăci și hîrtie fotografică ;
 - materiale de protecție: plăci de azbest, mănuși de azbest, ochelari etc.

b. Modul, etapele de lucru și ordinea operațiilor pentru efectuarea lucrării :

1. Se pregătește materia primă în vederea șarjării:

- cuprul electrolitic, aflat sub formă de plăci, se debitează la ghilotină în bucăți de dimensiuni mici, convenabile șarjării ;
- plumbul se pregătește pentru șarjare prin debitare în bucăți de dimensiuni convenabile, fie cu ajutorul unei bare de oțel încălzite, fie la ghilotină ;
- cuprul fosforos, fiind un material casant, se debi-

tează prin spargere.

2. Se cântăresc următoarele cantități de materiale, corespunzătoare unei șarje de 5 kg bronz cu oca 12% Pb :

- cupru electrolitic : 4,250 kg

- plumb : 0,750 kg

- cupru fosforos, CuP_{11} : 0,010 kg

(Plumbul a fost calculat la limita maximă de 15%).

3. Se curăță creuzetul cuptorului de eventuale resturi de materiale sau zgură, rămase de la topirile anterioare.

4. Se controlează instalația de absorbție a gazelor de deasupra cuptorului .

5. Se pregătesc formele pentru turnarea epruvetelor în vederea determinării proprietăților mecanice, așezându-le în fața cuptorului de topire, în pozițiile cele mai convenabile turnării ;

6. În cazul elaborării în cuptor cu creuzet încălzit cu gaze înaintea încărcării materialelor se încălzește cuptorul până când creuzetul a ajuns la roșu (cca. 800°C).

7. Se încarcă în cuptor, întreaga cantitate de cupru electrolitic cântărită, continuând încălzirea cuptorului până la topirea metalului.

Observație : În cazul elaborării în cuptor cu creuzet încălzit cu gaze, se va regla raportul debitelor gaz : aer, astfel ca pe toată perioada elaborării, flacăra să fie clară și albă, până la culoarea verzuie (flacăra slab oxidantă).

8. Din momentul în care începe formarea băii, aceasta se acoperă cu un strat de 5 - 10 mm fondant de protecție (se va folosi unul din fondanții prevăzuți la pct. a).

9. După topirea întregii cantități de cupru, se supra-încălzește baia metalică până la $1150 - 1200^{\circ}$, controlând temperatura cu termocuplul de imersie.

10. Se curăță suprafața băii de zgură și se introduce un nou strat de fondant.

11. Se introduce cantitatea cântărită de cupru fosforos

pentru dezoxidare, preîncălzit prin menținere deasupra băii ; se amestecă baia pentru omogenizare și activarea reacțiilor de dezoxidare.

12. După 3 - 4 minute de la introducerea cuprului fosforos, se toarnă proba de structură, apreciind gradul de dezoxidare (v. lucrarea l.l.).

13. Se verifică suplimentar dezoxidarea băii în felul următor : se trage la marginea creuzetului stratul de fondent, privindu-se direct oglinda băii ; aceasta, în cazul unei dezoxidări corespunzătoare nu trebuie să fiarbă, ci trebuie să fie liniștită.

14. Se introduce în cuptor cantitatea cântărită de plumb, după ce a fost preîncălzit la cca. 100°C prin menținerea pe marginea cuptorului ; se amestecă baia pentru omogenizare.

15. După cca. 3 - 4 minute se oprește cuptorul și se controlează temperatura cu ajutorul termocuplului de imersie.

16. Când temperatura a ajuns între $1100 - 1150^{\circ}\text{C}$ se toarnă cu ajutorul lingurii de turnare următoarele probe :

- proba de structură ;
- probele pentru încercări mecanice ;
- proba pentru determinarea contracției ;

Probele vor fi pansonate cu numărul șarjei (șarja 1).

17. Din proba de structură se va preleva microșliful în condițiile arătate la lucrarea l.l. pct. 8 și 9.

Microșliful neatacat se va examina la microscop la o mărire $\times 100$ și se vor nota în caietul de lucrări observațiile privind forma și repartiția plumbului în masa de bază de cupru ; se va face schița microstructurii.

18. Epruvetele brute pentru determinarea caracteristicilor mecanice, vor fi pregătite și încercate conform lucrării l.2. pot. 18.

19. Respectînd aceeași ordine a operațiilor, se vor elabora următoarele două șarje, corespunzătoare bronzurilor cu 25% Pb și 35% Pb pentru care s-a calculat cantitatea de plumb la limita maximă (30% și respectiv 40%).

Sarja 2:

- Cupru electrolitic : 3,500 kg
- Plumb : 1,500 kg
- Cupru fosforos, CuP_{11} : 0,010 kg

Sarja 3 :

- Cupru electrolitic : 3,000 kg
- Plumb : 2,000 kg
- Cupru fosforos, CuP_{11} : 0,010 kg

o. Interpretarea rezultatelor și conținutul referatului
scris :

1. Se vor întocmi fișele de șarje ale mărcilor de bronzuri elaborate.

2. Se va descrie modul de repartiție al plumbului microstructurile glifurilor metalografice prelevate din probele turnate din mărcile de bronzuri elaborate.

3. Se vor interpreta rezultatele și se va întocmi graficul de variație a caracteristicilor mecanice în funcție de conținutul de plumb, după datele prezentate ca model în tabelul 1.4.1.

Tabelul 1.4.1.

Influența compoziției chimice asupra caracteristicilor mecanice și tehnologice ale bronzurilor cu plumb turnate

	Sarja 1	Sarja 2	Sarja 3
- Conținutul de Pb, %			
- Rezistența la rupere la tracțiune, R în daN/mm^2			
- Alungirea la rupere, A în %			
- Duritatea Brinell, HB			
- Contractia liniară, în %			

Lucrarea 1.5.

ELABORAREA SI TURNAREA ALAMELOR SPECIALE

A. Scopul și obiectul lucrării

Cunoașterea și însușirea tehnologiei de elaborare și turnare a alamelor speciale ; identificarea constituenților metalografici și urmărirea influenței compoziției chimice asupra proprietăților mecanice și a proprietăților de turnare.

B. Date generale. Teoria și principiul lucrării

Spre deosebire de alamele obișnuite, binare (constituite din cupru, zinc și până la 3% plumb), alamele speciale conțin 54 - 62% cupru, adausuri de Mn, Al, Fe, Sn, Ni, Si până la 7,5% (împreună), restul zinc ; dintre alamele speciale cele mai obișnuite sînt alamele cu Al, alamele cu Si, alamele cu Sn, alamele cu Mn și alamele cu Fe.

Aluminiul mărește rezistența și duritatea alamelor, dar micșorează alungirea ; alamele cu aluminiu au și o rezistență bună la coroziune. Rezistența la coroziune poate fi mărită și printr-un adaus de 2 - 6% nichel. Alamele cu 3 - 6% Al au rezistența 30 - 60 daN/mm² ; ele suferă transformări în stare solidă și pot fi supuse tratamentului termic. De exemplu o alamă cu 25% zinc și 3,5% aluminiu are o duritate de 85 daN/mm² după călire și de 170 daN/mm² după revenire.

Staniul mărește rezistența la coroziune a alamelor sub acțiunea apei de mare și a aerului umed ; alamele cu 62% Cu și 1% Sn se folosesc la turnarea elicelor nevelor marine.

Siliciul îmbunătățește proprietățile de turnare ale alamelor și în special fluiditatea ; alamele cu siliciu se pot folosi deci pentru turnarea pieselor subțiri și de forme complicate. Siliciul îmbunătățește proprietățile mecanice, prelucrabilitatea prin așchiere și sudabilitatea alamelor.

Manganul mărește proprietățile mecanice, rezistența la coroziune în apă de mare și rezistența la temperaturi ridicate.

Fierul finisează structura, îmbunătățește limita de curgere și prelucrabilitatea la cald a alamelor.

C. Desfășurarea lucrării

a. Utilaje, aparate, instrumente și materiale necesare:

Se va elabora alama specială tip CuZn 30Al 5Fe Mn2 (STAS 199/2-73) cu următoarea compoziție chimică : 66% Cu, 23% Zn, 6% Al, 3% Fe, 2% Mn.

Pentru desfășurarea lucrării se vor pregăti :

- cuptor electric cu rezistență (bare de silită) cu creuzet de grafit cu capacitatea de 5 kg ;
- termocuplu de imersiune ;
- clește pentru turnare ;
- bare de oțel pentru turnare ;
- cochile sau forme pentru turnarea epruvetelor necesare determinării proprietăților mecanice pe epruvete brut turnate ;
- forme pentru turnarea probei de fluiditate ;
- cochilă din fontă pentru turnarea probei de structură ;
- microscop metalografic ;
- aparatură pentru pregătirea gelifurilor metalografice ;
- cântar (balanță) pentru materiale ;
- fierăstrău mecanic și manual pentru debitarea materialelor și a probelor ;
- aparat pentru determinarea contracției la solidificare ;
- cupru electrolitic (STAS 270/1 - 80, de puritate 99,98%) ;
- zinc (STAS 646-76, de puritate 99,99%) ;
- prealiaj complex (Cu - Al - Fe - Mn) ;
- fondanți de protecție :
 - mangal ;
 - borax + sodă (50 : 50).
- Plăci și hîrtie fotografică ;
- reactiv metalografic (v. anexa 2) ;
- materiale de protecție (plăci de azbest, mănuși de azbest, ochelari etc).

b. Modul, etapele de lucru și ordinea operațiilor
pentru efectuarea lucrării :

1. Se pregătește materia primă în vederea încărcării
și elaborării :

- Cuprul electrolitic aflat sub formă de plăci, se
debitează în bucăți de dimensiuni mici, care să poată fi
încărcate în creuzet ;

- Zincul se pregătește fie prin debitare fie prin spar-
gere, de asemeni în bucăți mici ;

- Elementele de aliere (aluminiu, mangan, fier) se în-
corporează împreună cu o parte din cupru, într-un prealiaj
complex. Proporția de cupru, care intră în acest prealiaj se
alege astfel, încât să ușureze cântărirea tuturor componente-
lor încărcăturii ;

În ipoteza că se va elabora 100 kg alamă, în prealiaj
se introduce :

- elemente de aliere :

- Al = 6% = 6 kg

- Fe = 3% = 3 kg

- Mn = 2% = 2 kg

Total = 11 kg

- cupru = 11 kg

Total prealiaj = 22 kg

Încărcătura pentru 100 kg alamă va consta din :

55,0 kg cupru

23,0 kg zinc

22,0 kg prealiaj

Total 100 kg încărcătură

Pentru elaborarea a 5 kg alamă (capacitatea creuzetu-
lui cuptorului) vor fi necesare următoarele cantități de
materiale :

- 2,750 kg cupru

- 1,150 kg zinc

- 1,100 kg prealiaj

2. Se elaborează mai întâi prealiajul complex, elementele de aliere Al, Fe, Mn, introducându-se în creuzetul de elaborare sub formă de prealiaje binare : Cu - Al, Cu - Fe și Cu - Mn.

3. Se curăță creuzetul cuptorului de eventualele resturi rămase de la topirile anterioare.

4. Se pregătesc formele pentru turnarea epruvetelor, așezându-se în pozițiile cele mai favorabile turnării.

5. Se preîncălzește creuzetul la oca. 800°C .

6. Se încarcă întreaga cantitate de cupru.

7. În momentul în care începe formarea băii, aceasta se acoperă cu un strat de fondant de protecție (vezi pct. a).

8. Se supraîncălzește baia metalică până la $1150 - 1200^{\circ}\text{C}$, controlînd temperatura cu termocuplu de imersie.

9. Se curăță suprafața băii și se introduce un nou strat de fondant.

10. Se introduce cantitatea de zinc (preîncălzit la oca. 120°C).

11. După topirea zincului se introduce prealiajul complex și se amestecă baia în vederea omogenizării.

12. Se controlează temperatura (care trebuie să fie de $950 - 1100^{\circ}\text{C}$ în momentul turnării) și se toarnă în blocuri.

13. Se controlează compoziția chimică a blocurilor.

14. Se retopesc blocurile sub strat de fondant.

15. Se controlează temperatura și se toarnă epruvetele (proba de structură, de fluiditate, pentru încercările mecanice, pentru determinarea contracției).

16. Din proba pentru structură se va preleva un șlif, care se pregătește în vederea studierii la microscop la mărire $\times 100$.

c. Interpretarea rezultatelor și conținutul
referatului scris :

1. Se va întocmi fișa de șarjă pentru elaborarea pre-aliajului complex Cu Al Mn Fe și a alamei speciale și rezultatele analizei metalografice și a încercărilor metalice se vor analiza comparativ cu cele similare de la alamele binare.

Lucrarea 1.6.

MODIFICAREA ALIAJELOR DE CUPRU

A. Scopul și obiectul lucrării

Cunoașterea și însușirea operației de modificare a aliajelor de cupru ; urmărirea efectului modificării asupra structurii aliajului turnat.

B. Date generale. Teoria și principiul lucrării

Asupra calității pieselor turnate influența cea mai mare o are structura aliajului ; cu cât structura este mai fină, cu atât se obțin proprietăți mecanice și de rezistență mai bună.

Pentru obținerea unei structuri fine, uniforme, este necesar să se acționeze asupra procesului de cristalizare, creînd artificial în topitură centre de cristalizare.

Introducînd în topitură elemente cu temperatura de topire ridicată sau elemente care formează combinații greu fuzibile, acestea pot servi ca bază pentru formarea grăunților de cupru ; aceste elemente trebuie să fie fin dispersate în topitură pentru obținerea unei structuri fine și să fie de asemeni introduse în cantități mici, pentru a nu influența compoziția chimică a aliajului (v. și anexa 14).

Dintre elementele chimice care pot fi utilizate ca modificatori pentru aliajele neferoase se pot cita : titanul, zirconiu, borul, vanadiu etc.

În figurile 1.6.1 și 1.6.2. se indică influența diferitelor adăosuri modificatoare asupra caracteristicilor structurale și mecanice ale unui bronz cu 10% Al, 3% Fe și 1,5% Mn.

Eficacitatea mai mare a modificării se obține la introducerea combinată a elementelor de adaos împreună cu borul, deoarece se formează boruri greu fuzibile.

Elementele modificatoare se introduc în aliaj fie sub formă de prealiaje, fie sub forma unor substanțe complexe

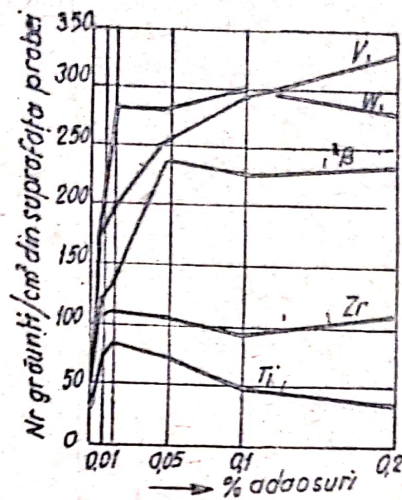


Fig. 1.6.1. Influența adăosurilor modificatoare asupra fineții structurii unui bronz de aluminiu.

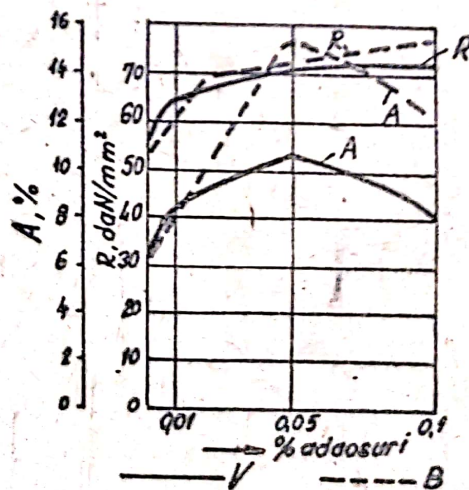


Fig. 1.6.2. Influența adăosurilor modificatoare asupra caracteristicilor mecanice ale unui bronz de aluminiu.

(săruri, cloruri, fluoruri, fluxuri sau fondanți) care se descompun termic și eliberează elementul activ.

C. Desfășurarea lucrării :

a. Utilaje, aparate, instrumente și materiale necesare :

- cuptor electric cu rezistență sau cuptor cu creuzet încălzit cu gaz de capacitate 5 - 6 kg ;
- termocuplu de imersie ;
- linguri de turnare ;
- bare de oțel pentru amestecare ;
- cochile sau forme pentru turnarea epruvetelor în stare brută necesare încercărilor mecanice ;
- cochilă din fontă și forme de amestec pentru turnarea probelor de structură de (10 x 20 x 60) mm ;
- microscop metalografic ;
- aparatură pentru pregătirea probelor macro și microstructurale ;
- cântar de materiale ;
- fierăstrău mecanic și manual pentru debitarea materialelor și a probelor ;
- aparat pentru determinarea contracției ;
- ghilotină pentru debitarea materialelor în vederea gârjării ;
- cupru electrolitic (STAS 270/1 - 80, de puritate 99,98%) ;
- aluminiu (STAS 7607/1 - 80, de puritate 99,7%) ;
- fondant de protecție : mangal ;
- $MnCl_2$ sau $FeCl_3$ ca degazanți ;
- prealiaje : Cu - Fe (10-15) ; sau Al - Cu (30-35) ;
Cu - Mn_{20} ; Al - Ti (5-10) ;
- plăci și hîrtie fotografică ;
- reactivi metalografici pentru punerea în evidență a macro și microstructurii (v. anexa 2) ;
- materiale de protecție : plăci de azbest, mănuși de azbest, ochelari etc.

b. Modul, etapele de lucru și ordinea operațiilor
pentru efectuarea lucrării :

1. Se calculează încărcătura pentru elaborarea unei șarje de 5 kg de bronz cu aluminiu de turnătorie, marca CuAl 9T STAS 198/1-80 (v. și anexa 9).

Exemplu de calcul :

- Pentru compoziția chimică a aliajului se iau valorile medii ale elementelor componente :

Al = 9% ; Fe = 3% ; Cu = rest (88%).

- La o șarjă de 5 kg, aliaj sînt necesare următoarele cantități de elemente :

Fe = 0,15 kg ; Al = 0,45 kg ; Cu = 4,4 kg

- Cantitatea de prealiaj CuFe_{10} necesară pentru introducerea fierului în aliaj, va fi :

$$\text{CuFe}_{10} = \frac{100 \times 0,15}{10} = 1,500 \text{ kg}$$

- Acest prealiaj, pe lîngă fier aduce în încărcătură și cantitatea de Cu = 1,35 kg ;

- Cantitatea de prealiaj $\text{Al}_{65}\text{Cu}_{35}$ necesară pentru introducerea aluminiului va fi :

$$\text{Al}_{65} - \text{Cu}_{35} = \frac{100 \times 0,45}{65} = 0,670 \text{ kg}$$

Acest prealiaj aduce și cantitatea de Cu = 0,220 kg

- Cantitatea de cupru electrolitic ce se va introduce, se va calcula ținînd cont de cantitățile de cupru aduse de prealiaje :

$$\text{Cu} = 4,4 - (1,35 + 0,220) = 2,830 \text{ kg}$$

2. Materialele calculate se cîntăresc, pregătindu-se prin debitare la ghilotină sau fierăstrăul mecanic.

3. Se curăță creuzetul cuptorului de eventualele resturi de material sau zgură rămase de la topirile anterioare.

4. Se controlează funcționarea instalației de absorbție

a gazelor de deasupra cuptorului.

5. Se pregătesc formele pentru turnarea epruvetelor în vederea determinării proprietăților mecanice, cât și còchila și formele pentru probe de structură, așezându-se în fața cuptorului în pozițiile cele mai convenabile turnării.

6. În cazul elaborării în cuptor cu creuzet încălzit cu gaze, înainte de încărcarea materialelor, se încălzește cuptorul pînă cînd creuzetul a ajuns la roșu (cca. 800°C).

7. Se încarcă în cuptor întreaga cantitate de cupru electrolitic cîntărită, continuînd încălzirea cuptorului pînă la topirea metalului.

Observație : În cazul elaborării în cuptor cu creuzet încălzit cu gaze, se va regla raportul debitelor gaz : aer, astfel ca pe toată perioada elaborării, flacăra să fie clară și albă, pînă la culoarea verzuie (flacăra slab oxidantă).

8. Din momentul formării băii, aceasta se va scoperii cu un strat de 5 - 10 mm mangel.

9. După topirea cuprului, se încălzește baia pînă la $1150 - 1200^{\circ}\text{C}$ măsurînd temperatura cu termocuplul de imersie.

10. Baia de cupru se dezoxidează cu prealiaj $\text{Cu} - \text{Mn}_{20}$ (0,5% din greutatea șarjei), se amestecă și apoi se curăță zgura.

11. Se introduce apoi succesiv după preîncălzire pe marginea cuptorului, cantitățile de prealiaje cîntărite $\text{Cu} - \text{Fe}_{10}$ și $\text{Al} - \text{Cu}_{35}$, amestecînd intens baia după fiecare adaos.

12. Se face o nouă dezoxidare cu $\text{Cu} - \text{Mn}_{20}$ (0,5% din greutatea șarjei), și după amestecare se curăță zgura.

13. Se introduce MnCl_2 și FeCl_3 pentru degazare (0,5 - 1% din greutatea șarjei).

14. După 3 - 4 minute, cu ajutorul lingurii de turnare se toarnă probele de structură (10 x 20 x 60 mm), atît la còchilă cît și la amestec, precum și probele pentru încercări mecanice.

15. Menținînd temperatura aliajului în cuptor între

1150 - 1200°C se introduc prealiajele cu elementele modificatoare : Al - Ti₅ = 50 grame, amestecând baia după adaos, (cantitatea de prealiaj a fost calculată pentru un adaos de 0,05% Ti).

16. După topirea prealiajelor cu elementele modificatoare, se toarnă din nou probele modificate de structură, la cochilă și amestec și probele pentru încercări mecanice. Se toarnă și proba de contracție, restul aliajului turnându-se în lingotiere.

17. Din probele de structură se vor pregăti eșantioanele pentru macro și microstructură. Pentru punerea în evidență a structurii, se vor folosi reactivii prevăzuți la punctul a.

18. Prin examinarea la microscop a microeșantioanelor, cât și cu lupa a macrostructurilor probelor modificate, comparativ cu cele nemodificate, se vor trage concluzii asupra efectului modificării, care se vor consemna în caietul de lucrări. Se vor fotografia microstructurile înainte și după modificare.

19. După încercările epruvetelor și determinarea caracteristicilor mecanice, se va caracteriza influența modificării asupra acestor valori.

c. Interpretarea rezultatelor și conținutul referatului scris :

1. Se va calcula încărcătura necesară pentru elaborarea a 5 kg bronz marca CuAl9Fe3T (STAS 198/1 - 89), cu următoarea compoziție chimică admisibilă : 8 - 10% Al, 2 - 4% Fe, rest cupru.

2. Se va întocmi o fișă de șarjă, cu descrierea detaliată a procesului tehnologic de elaborare și modificare.

3. După analiza metalografică se vor executa schițele microstructurilor probelor prelevate din aliajul elaborat înainte și după modificare.

4. Se va analiza detaliat efectele modificării asupra microstructurii aliajului elaborat.

5. Se va cerceta influența modificării asupra caracteristicilor tehnologice ale aliajului elaborat : fluiditatea, volumul de retasură și contracția linjară.

Capitolul 2

ALIAJE PE BAZA DE ALUMINIU

Lucrarea 2.1.

DEGAZAREA ALIAJELOR DE ALUMINIU

A. Scopul și obiectul lucrării

Cunoașterea procedeelor de degazare a aliajelor de aluminiu ; urmărirea eficacității operației și însușirea metodei de control a gradului de degazare.

B. Date generale. Teoria și principiul lucrării

Prezența gazelor în aliajele de aluminiu, constituie cauza apariției porozităților sub formă de sufluri în piesele turnate. Din acest motiv, degazarea este o problemă actuală, fiind o operație obligatorie în elaborarea aliajelor de aluminiu.

Principalul gaz care generează apariția porozităților este hidrogenul. Sursa principală de introducere a hidrogenului este umiditatea adusă din : încărcătura metalică, căptușeala cuptorului, sculele de lucru, fluxurile etc. De asemenea degazarea aliajului se poate produce și printr-o defectuoasă conducere a procesului de topire : supraîncălzirea aliajului, conducerea incorectă a gazelor de ardere etc.

Procesul de degazare cel mai des folosit în turnătorii este barbotarea cu gaz inert (azot).

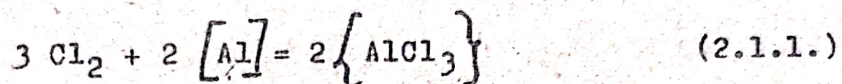
Principiul degazării, prin această metodă, are la bază legea lui Dalton : presiunea parțială a gazului tinde să se egaleze în diferite puncte ale unui anumit volum.

În momentul când bula de azot trece prin aluminiul topit, gazul dizolvat în stratul superficial (în raport cu bula) va trece în bulă, pînă cînd presiunea parțială a gazului la suprafața bulei, sau în stratul de metal cel mai apropiat de bulă va fi egală cu presiunea parțială din centrul bulei. Pentru o îndepărtare cît mai completă, bulele gazului inert trebuie să

treacă prin metal cât mai încet și să creeze o suprafață de contact cât mai mare între bule și metal (bulele să fie cât mai mici) (fig. 2.1.1.).

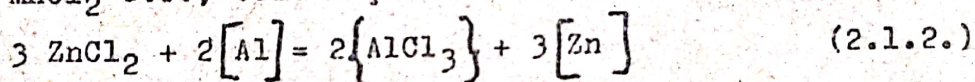
Se folosește de asemeni degazarea cu gaze active ; în acest scop se poate face degazarea cu clor.

Clorul intră în reacție cu aluminiul formînd clorura de aluminiu :



Clorura de aluminiu în aluminiu topit este în stare de vapori și va acționa pentru degazare conform principiului gazelor inerte.

În practica elaborării aliajelor de aluminiu se folosește degazarea cu fondanți. Aceștia conțin compuși cu punct scăzut de fierbere (în general clorul) sau componenți care reacționînd cu metalul produc bule de gaz. Printre acești compuși fac parte: ZnCl_2 , MnCl_2 etc., care acționează după modelul reacției :



În ultimul timp, pentru degazare s-au introdus compuși, care se descompun la temperatura aliajului lichid, degajînd unul din cele mai active gaze (clorul) ; din această categorie face parte hexacloretanul (C_2Cl_6).

Metodele de apreciere a gradului de degazare sînt foarte variate. Una din metodele cele mai folosite în practică, este turnarea probei tehnologice ; într-o formă de grafit încălzită la $100 - 200^\circ\text{C}$ se toarnă metalul de analizat și se observă suprafața. Sub acțiunea gazelor suprafața metalului în probă capătă un contur convex ; probele cu conținut ridicat de gaze, în secțiune vor prezenta porozități (fig. 2.1.2.).

O metodă de apreciere mai precisă a gradului de degazare a aliajelor de aluminiu este metoda Dardell - Gudcenoo ; metoda se bazează pe faptul că în condiții de echilibru, presiunile parțiale ale gazului în mediul înconjurător sînt egale. Proba de topitură se introduce într-o cameră de vacuum ; prin reducerea presiunii deasupra aliajului lichid care solidifică, se urmărește momentul degazării primei bule de gaz.

În funcție de presiunea remanentă în aparat în acel moment și de temperatura aliajului, se determină conținutul de gaz cu ajutorul nomogramei din figura 2.1.3.

C. Desfășurarea lucrării :

a. Utilaje, aparate, instrumente și materiale necesare :

- cuptor cu creuzet încălzit cu gaze sau cuptor cu rezistență, cu capacitatea 3 - 4 kg ;
- termocuplu de imersie ;
- linguri de turnare ;
- bare de oțel pentru amestecare ;
- cochilă pentru turnarea probei tehnologice (fig. 2.1.2.) ;
- aparat pentru determinarea gradului de gazare al aliajului ;
- clopot din tablă perforată pentru introducerea materialelor în fundul creuzetului ;
- aparatură și scule pentru pregătirea șlifurilor metalografice și a probelor pentru macrostructură ;
- cântar de materiale ;
- fierăstrău mecanic și manual pentru debitarea materialelor și a probelor ;
- aluminiș (STAS 7607/1-80, de puritate 99,8%) ;
- silumin (tip ATSi12, STAS 201/1 - 80) ;
- magneziu metalic (tip 99,96% Mg, STAS 10273-79) ;
- fondanți de protecție (v. anexa 19) ;
- degazanți :
 - Azot tehnic în butelii ;
 - Clorură de zinc + clorură de mangan ;
 - Hexaclorețan ;
- plăci și hîrtie fotografică ;
- reactivi metalografici (v. anexa 2) ;
- materiale de protecție : plăci de azbest, mănuși de azbest, ochelari etc.

b. Modul, etapele de lucru și ordinea operațiilor pentru efectuarea lucrării :

1. Se pregătește materia primă prin debitarea la fierăstrăul mecanic, cîntărindu-se următoarele cantități corespunzătoare unei șarje de 3 kg aliaj ATSi 7 Mg, STAS 201/1 - 80 :

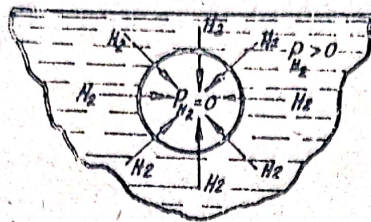


Fig. 2.1.1. Schema realizării degazării (dehidrogenării) la barbotarea cu gaz inert (azot, argon).

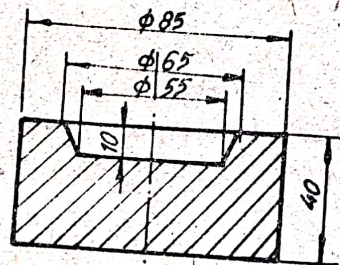


Fig. 2.1.2. Formă de grafit utilizată pentru turnarea probei tehnologice utilizată pentru aprecierea gradului de degazare a aliajului.

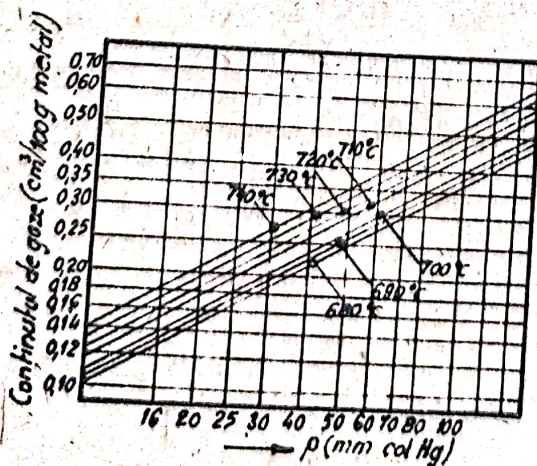


Fig. 2.1.3. Nomogramă pentru determinarea conținutului de gaze în aliajele turnate cu baza de aluminiu.

- Aluminiu	1,200 kg ;
- Silumin (ATSi 12)	1,750 kg ;
- Magneziu	0,12 kg

2. Se curăță creuzetul cuptorului de eventualele resturi de materiale sau zgură, rămase de la șarjele anterioare.

3. Se controlează funcționarea instalației de absorbție a gazelor de deasupra cuptorului.

4. Se pornește cuptorul încălzindu-se treptat pînă cînd creuzetul a ajuns la roșu (cca. 800°C).

5. Se încarcă în cuptor întreaga cantitate de aluminiu și silumin. În cazul topirii în cuptorul cu gaze, se va regla astfel raportul gaz : aer pentru menținerea unei flăcări ușor oxidante.

6. Cînd începe formarea băii, acesta se acoperă cu un strat de 5 - 10 mm, fondant de protecție.

7. La temperatura de 700 - 720°C se introduce în topitură cu ajutorul unui clopot, cantitatea cîntărită de magneziu, după care se amestecă baia.

8. Se determină gradul de saturare cu gaze al aliajului prin turnarea probei tehnologice ; se notează în caietul de lucrări observații privind suprafața probei. După scoaterea din cochilă, proba se debitează pe diametru și se pregătește suprafața pentru macrostructură.

9. Se determină gradul de saturație în gaze al aliajului cu ajutorul aparatului Dardell - Gudcenco ; conținutul de gaz se va nota în caietul de lucrări.

10. Se curăță zgura și se face degazarea aliajului cu unul din degazanții prevăzuți la pct. a. În cazul folosirii azotului, acesta se insuflă în baie cu ajutorul unei țevi de oțel perforată, timp de 2 - 3 minute ; în cazul folosirii fondanților, aceștia se presară pe suprafața băii, după care se amestecă în interiorul creuzetului.

11. După 5 - 10 minute de la degazare, se toarnă din nou proba tehnologică și se determină gradul de saturație cu gaze (v. pct. 8 și 9).

12. Se fac aprecieri privind eficacitatea degazării.

c. Interpretarea rezultatelor și conținutul
referatului scris :

1. Descrierea principiilor de degazare cu degazanți folosiți.
2. Descrierea metodei de apreciere a gradului de degazare cu ajutorul probei tehnologice.
3. Schițarea instalației pentru determinarea conținutului de gaz în aliaj.
4. Descrierea tehnologiei de degazare a aliajelor de aluminiu.
5. Aprecieri privind eficacitatea degazării prin metodele folosite.

Lucrarea 2.2.

MODIFICAREA ALIAJELOR ALUMINIU-SI

A. Scopul și obiectul lucrării

Urmărirea efectului operației de modificare asupra transformărilor structurale pentru îmbunătățirea caracteristicilor mecanice a pieselor din silumin turnat ; cunoașterea procedeelelor uzuale de modificare.

B. Date generale. Teoria și principiul lucrării

Aliajele de aluminiu cu siliciu (siluminurile) sînt cele mai răspîndite aliaje de turnătorie ; cele mai folosite aliaje în industrie conțin pînă la 13% Si. .

Conform diagramei de echilibru Al - Si la un conținut de siliciu peste 1,6% în aliaje apare eutecticul, constituit din soluția solidă și siliciu (fig. 2.2.1.) (v. și anexa 10).

Microstructura siluminurilor turnate, nemodificate, apare sub aspecte diferite, în funcție de conținutul de siliciu, respectiv de poziția aliajului respectiv față de eutectic : dendrite primare de soluție solidă α pe un fond de eutectic ($\alpha + \text{Si}$) pentru aliajul hipoeutectic sau cristale de siliciu primor pe fond eutectic pentru aliajul hipereutectic (fig. 2.2.2.).

Conținutul de siliciu în soluția solidă α , la diferite temperaturi, are următoarele valori :

577°C 1,65% Si	300°C 0,1% Si
500°C 0,8% Si	200°C 0,05% Si
400°C 0,3% Si	20°C 0,005% Si

Eutecticul Al-Si poate cristaliza în forme morfologice diferite ; în mod normal, eutecticul conține cristale cenușii de siliciu sub forma unor lamele incluse în mod dezordonat în matricea de soluție solidă. În cazul utilizării elementelor componente de puritate ridicată, cristalele de siliciu apar sub formă de ace, repartizate neordonat în soluția solidă α .

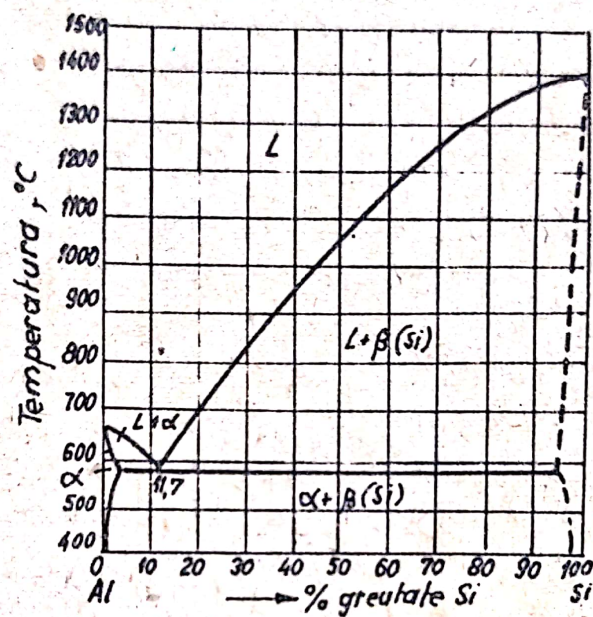


Fig. 2.2.1. Diagrama de echilibru Al-Si

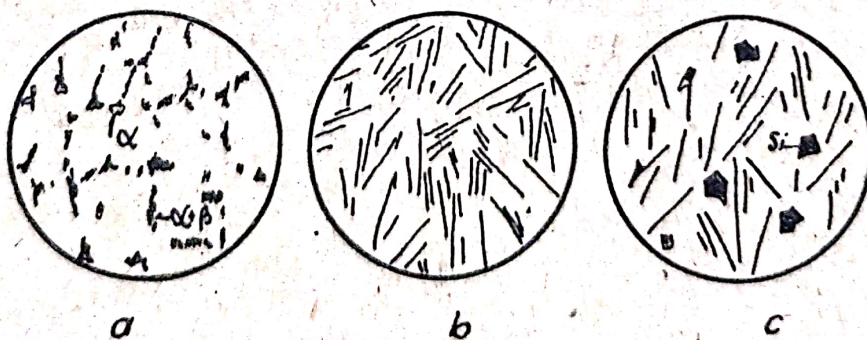


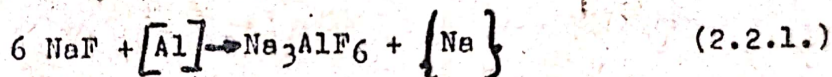
Fig. 2.2.2. Schemele microstructurilor siluminurilor turnate, nemodificate:
a - cu 4-5% Si; b - cu 11,7% Si (eutectic); c - cu 13% Si.

Eliminarea efectului negativ de creștere dat de separările aciculare de siliciu se obține prin operația de modificare, în urma căreia apare un eutectio globular ; modificarea aliajelor Al-Si hipoeutectice (cu 6 ... 11% Si) se realizează fie cu sodiu introdus sub formă de sodiu metalic sau fluorură de sodiu, fie cu elemente rare ca Ti, B, Ti+B sau Mo.

Pentru îmbunătățirea caracteristicilor mecanice, este necesară îmbunătățirea structurii prin modificarea eutectiului acicular și fărmicarea cristalelor de siliciu ce apar în masa de eutectio.

Siluminurile se modifică cu sodiu metalic ; aliajul înainte de turnare se acoperă cu un flux de modificare pe bază de fluoruri și cloruri alcaline. Modificarea cu modificatori binari (67% NaF + 33% NaCl) se realizează la 780 - 810°C în proporție de 2 - 3% din greutatea ȝarjei. Modificatorii ternari (62,5% NaCl + 25% NaF + 12,5% KCl) se vor folosi în cantitate de 0,5 - 1% din greutatea ȝarjei la temperatura de 750 - 720°C.

În cazul modificărilor cu săruri au loc reacții de forma :



Sodiul degajat, produce acțiunea de modificare ; după modificare are loc finisarea structurii, precum și îmbunătățirea caracteristicilor mecanice, așa cum se poate vedea din figurile 2.2.3 și 2.2.4.

Modificarea se poate face și cu sodiul metalic (0,1%); adăosul de sodiu scade temperatura eutectică de la 577° la 564°C și deplasează concentrația eutectică de la 11,7% la 14% Si (fig. 2.2.5.).

Modificarea cu sodiu se realizează prin formarea pe suprafața cristalelor a unor pelicule tensoactive, care împiedică creșterea acestora din topitură ; efectele modificării se anulează dacă aliajul nu este turnat în timp de 3 - 5 minute din cauza volatilizării sodiului.

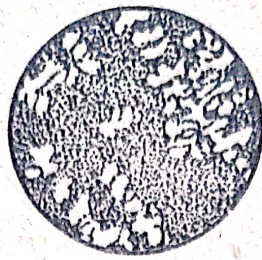


Fig. 2.2.3. Schema microstructurii unui siluminiu eutectic, cu 11-13,5% Si, modificat

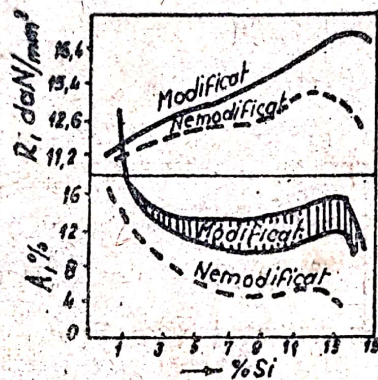


Fig. 2.2.4. Influența conținutului de siliciu asupra caracteristicilor mecanice ale siluminurilor nemodificate și modificate.

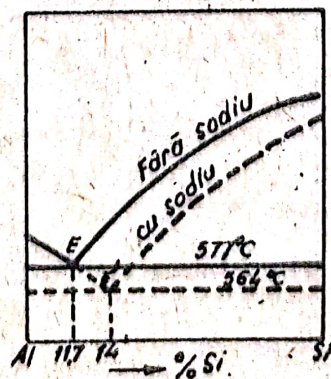


Fig. 2.2.5. Modificarea de principiu a domeniilor structurale ale siluminurilor, odată cu adaosul de sodiu metalic.

C. Desfășurarea lucrării :

a. Utilaje, aparate, instrumente și materiale necesare :

- cuptor cu creuzet încălzit cu gaze sau cuptor cu rezistență cu capacitatea 3 - 4 kg ;
- termocuplu de imersie ;
- linguri de turnare ;
- bare de oțel pentru amestecare ;
- cochilă și forme pentru turnarea probelor de structură ($\varnothing$ 10 x 100 mm) ;
- cochilă pentru turnarea epruvetelor în stare brută pentru încercări mecanice ;
- aparatură și scule pentru pregătirea șlifurilor metalografice ;
- clopot din tablă perforată pentru introducerea materialelor în fundul creuzetului ;
- cântar de materiale ;
- fierăstrău mecanic și manual pentru debitarea materialelor și a probelor ;
- aparat pentru determinarea contracției liniare ;
- aluminiu (STAS 7607/1 - 80, de puritate 99,7%) ;
- prealiaj Al - Si₂₀ ;
- fondant de protecție și degazare (v. anexa 19) ;
- modificatori :
 - 67% NaF + 33% NaCl ;
 - 62,5% NaCl + 25% NaF + 12,5% KCl ;
 - sodiu metalic
- plăci și hîrtie fotografică ;
- reactivi metalografici (v. anexa 2) ;
- materiale de protecție : plăci de azbest, mănuși de azbest, ochelari etc.

c. Modul, etapele de lucru și ordinea operațiilor pentru efectuarea lucrării :

1. Se pregătește materia primă prin debitare la fierăstrăul mecanic, cîntărindu-se următoarele materiale, corespun-

zătoare unei șarje de 3 kg aliaj eutectic cu 12% Si (tip ATSi 12, STAS 201/1 - 80) :

- aluminiu : 1,200 kg
- prealiaj Al - Si₂₀ : 1,800 kg

2. Se curăță creuzetul cuptorului de eventualele resturi de material sau zgură, rămase de la topirile anterioare.

3. Se controlează funcționarea instalației de absorbție a gazelor de deasupra cuptorului.

4. Se pregătesc cochilele pentru turnarea epruvetelor în stare brută pentru determinarea proprietăților mecanice, precum și cochila și formele pentru turnarea probei de structură, așezându-se în fața cuptorului, în pozițiile cele mai convenabile turnării.

5. Se pornește cuptorul încălzindu-se treptat pînă cînd creuzetul ajunge la roșu (800°C).

6. Se încarcă în cuptor întreaga cantitate de aluminiu și prealiaj Al - Si₂₀ cîntărită, reglînd flacăra cuptorului, astfel ca aceasta să fie clară și albă, pînă la culoarea verzuie (flacăra slab oxidantă).

7. Din momentul în care începe formarea băii, aceasta se va acoperi cu un strat de 5 - 10 mm fondant de protecție.

8. La temperatura de 700 - 720°C se oprește cuptorul, se curăță zgura și se face degazarea băii cu unul din degazanții prevăzuți la pct. a (v. lucrarea 2.1.).

9. După 3 - 4 minute, cînd temperatura băii a ajuns la 680 - 700°C, cu ajutorul lingurii de turnare se toarnă atît probele de structură în cochile și amestec de formare, cît și epruvetele brute pentru încercări mecanice.

10. Se pornește cuptorul, restul aliajului rămas în cuptor urmînd să se modifice cu unul din modificatorii prevăzuți la punctul a ; în cazul modificării cu săruri, acestea se presară pe suprafața aliajului topit. În cazul folosirii amestecului binar, se calculează 2% din greutatea șarjei, iar în cazul amestecului ternar, 1% din greutatea șarjei.

După topirea sărurilor modificatoare pe suprafața aliajului, se oprește cuptorul și se face amestecarea băii pentru introducerea modificatorului până în fundul creuzetului. Aceasta se va face la $780 - 810^{\circ}\text{C}$ pentru amestecurile binare și la $720 - 750^{\circ}\text{C}$ pentru cele ternare. Modificarea cu sodiul metalic (0,1% din greutatea șarjei) se va face prin introducerea acestuia cu ajutorul olopotului până în fundul creuzetului.

11. După 5 - 10 minute de la modificare, la $700-720^{\circ}\text{C}$ se toarnă probele de structură la cochilă și amestec de formare, epruvetele brute pentru încercări mecanice, precum și proba pentru determinarea contracției.

12. Probele de structură se rup și se apreciază aspectul rupturii în probele de aliaj nemodificat și din aliajul modificat. Din aceste probe se vor pregăti șlifuri metalografice și se examinează la microscop la o mărire $\times 100$ după atac cu unul din reactivii prevăzuți la punctul a.

Se vor schița în caietul de lucrări aspectul microstructurilor înainte și după modificare, sau se va executa fotografierea structurilor.

13. După încercările epruvetelor și determinarea caracteristicilor mecanice, se va caracteriza influența modificării asupra valorii acestora.

c. Interpretarea rezultatelor și conținutul referatului scris :

1. Se va descrie procesul tehnologic de elaborare și modificare a siluminurilor.

2. Se va schița microstructura aliajelor Al - Si înainte și după modificare.

3. Se vor face aprecieri privind efectul modificării, comparând atât structurile obținute, cât și valorile caracteristicilor mecanice înainte și după modificare.

4. Se va nota valoarea contracției liniare la aliajele nemodificate și modificate.

Lucrarea 2.3.

ELABORAREA SI TURNAREA ALIAJELOR ALUMINIU-MAGNEZIU

A. Scopul și obiectul lucrării

Cunoașterea și însușirea tehnologiei de elaborare și turnare a aliajelor aluminiu - magneziu ; urmărirea influenței conținutului de magneziu asupra caracteristicilor mecanice și tehnologice.

B. Date generale. Teoria și principiul lucrării

Aliajele Al - Mg se disting prin greutate specifică mai mică decât a celorlalte aliaje de aluminiu, excepțională rezistență la coroziune în diverse medii, rezistență mecanică apreciabilă și se lustruiesc excelent ; aliajele industriale de turnătorie conțin maximum 12% Mg (v. și anexa 10).

Diagrama de echilibru, partea care interesează aliajele industriale Al - Mg, este prezentată în figura 2.3.1. ; solubilitatea maximă a magneziului în aluminiu, în condițiile de echilibru termic, este de 15,35% Mg la temperatura eutectică de 450°C, formându-se soluția solidă pe bază de aluminiu.

Cu scăderea temperaturii, scade și solubilitatea magneziului până la 1,9% la temperatura obișnuită, ceea ce determină precipitarea fazei β , pe baza consumului Al_3Mg_2 .

În figura 2.3.2. este redată microstructura unui aliaj cu 10% Mg în care se observă constituentul β în mase de bază de soluție solidă α .

Proprietățile de turnare ale aliajelor Al - Mg sînt inferioare siluminurilor, datorită următoarelor dezavantaje :

- au fluiditate mică ;
- au tendință de a forma fisuri, sulfuri, microretasuri;

Aceste aliaje au o puternică tendință de oxidare în timpul elaborării și turnării datorită conținutului de magneziu; din această cauză, la elaborarea lor, trebuie să se ia măsuri speciale de protecție cu fondanți.

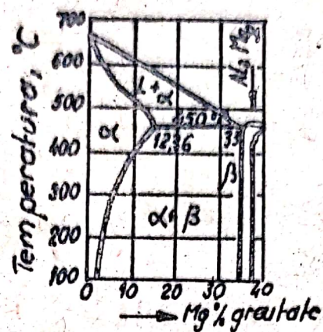


Fig. 2.3.1. Diagrama de echilibru Al-Mg
domeniul aliazelor turnate



Fig. 2.3.2. Schema microstructurii aliajului
Al-Mg, turnat, cu ~ 10% Mg.

C. Desfășurarea lucrării :

a. Utilaje, aparate, instrumente și materiale necesare :

- cuptor cu creuzet încălzit cu gaz, sau cuptor cu rezistență cu capacitate 3 - 4 kg ;
- termocuplu de imersie ;
- linguri de turnare ;
- bare de oțel pentru amestecare ;
- cochile și forme pentru turnarea probelor de structură ($\varnothing$ 10 x 100 mm) ;
- cochilă pentru turnarea epruvetelor în stare brut turnată pentru încercări mecanice ;
- cochilă sau formă pentru luarea probelor de fluiditate ;
- aparatură și scule pentru pregătirea șlifurilor metalografice ;
- clopot din tablă perforată pentru introducerea materialelor la fundul creuzetului ;
- cântar de materiale ;
- fierăstrău mecanic și manual pentru debitarea materialelor și a probelor ;
- aparat pentru determinarea contracției liniare ;
- aluminiu (STAS 7607/1 - 80, de puritate 99,7%) ;
- magneziu (STAS 7387 - 81, de puritate 99,95%) ;
- fondanți de protecție și degazare (v. anexa 19) ;
- reactivi metalografici (v. anexa 2) ;
- plăci și hîrtie fotografică ;
- materiale de protecție : plăci de azbest, mănuși de azbest, ochelari etc.

b. Modul, etapele de lucru și ordinea operațiilor pentru efectuarea lucrării :

1. Se pregătește materia primă prin debitare la fierăstrăul mecanic, cîntărindu-se următoarele cantități de materiale, corespunzătoare unei șarje de 3 kg aliaj cu 3% Mg :

- aluminiu : 2,910 kg ;
- magneziu : 0,090 kg.

2. Se curăță creuzetul cuptorului de eventualele resturi de material sau zgură, rămase de la topirile anterioare.

3. Se controlează funcționarea instalației de absorbție a gazelor de deasupra cuptorului.

4. Se pregătesc cochilele pentru turnarea epruvetelor brute pentru determinarea proprietăților mecanice precum și cochila sau formele pentru turnarea probei de fluiditate, așezându-se în fața cuptorului, în pozițiile cele mai convenabile turnării.

5. Se pornește cuptorul, încălzindu-se treptat până când creuzetul ajunge la roșu (cca. 800°C).

6. Se încarcă în cuptor întreaga cantitate de aluminiu cântărită, reglând flacăra cuptorului, astfel ca aceasta să fie clară și albă, până la culoare verzuie (flacăra slab oxidantă).

7. Din momentul în care începe formarea băii, aceasta se va acoperi cu un strat de 5 - 10 mm de fondant de protecție.

8. După topirea întregii cantități de aluminiu, se introduce întreaga cantitate cântărită de magneziu cu ajutorul unui elopot până la fundul creuzetului.

9. Când temperatura băii a ajuns la 720°C se oprește cuptorul și se face degazarea băii cu unul din degazanții prevăzuți la pot. a (v. lucrarea 2.1.).

10. După 3 - 4 minute de repaos, cu ajutorul lingurii de turnare se toarnă proba de structură, epruvetele brute pentru încercări mecanice, proba de fluiditate, precum și probe de contracție. Turnarea se va face la cca. 720°C controlând temperatura cu termocuplu de imersie.

11. Proba de structură se rupe și se apreciază aspectul rupturii. Din această probă se va pregăti un șlif metalografic, care se examinează la microscop la o mărire $\times 100$ după etac cu unul din reactivii prevăzuți la pot. a; se va schița în caietul de lucrări aspectul microstructurii sau se va executa fotografierea acestora.

12. După încercările epruvetelor și determinarea caracteristicilor mecanice, se vor nota rezultatele.

13. Se va nota de asemeni și rezultatul probei de încercare a fluidității.

14. Respectînd aceeași ordine a operațiilor, se vor elabora următoarele două șarje corespunzătoare unor conținuturi de 6% Mg și respectiv 9% Mg.

Sarja 2 :

- aluminiu : 2,820 kg ;
- magneziu : 0,180 kg.

Sarja 3 :

- aluminiu : 2,730 kg ;
- magneziu : 0,270 kg.

c. Interpretarea rezultatelor și conținutul referatului scris :

1. Se vor întocmi fișele șarjelor de aliaje tip Al-Mg elaborate și se vor detalia particularitățile tehnologice specifice obținerii acestei grupe de aliaje.
2. Se vor schița microstructurile aliajelor elaborate.
3. Se vor interpreta rezultatele și se va întocmi graficul de variație a caracteristicilor mecanice și a fluidității, utilizînd datele determinate experimental, care se vor consemna după modelul indicat în tabelul 2.3.1.

Tabelul 2.3.1.

Influența conținutului de magneziu asupra caracteristicilor mecanice ale aliajelor tip Al-Mg

	Sarja 1	Sarja 2	Sarja 3
- Conținutul de Mg, %			
- Fluiditatea, mm			
- Rezistența la rupere la tracțiune, R în daN/mm ²			
- Alungirea la rupere A, %			
- Duritatea Brinell, HB			
- Contractia liniară, %			

Lucrarea 2.4.

ELABORAREA SI TURNAREA ALIAJELOR ALUMINIU-CUPRU

A. Scopul și obiectul lucrării

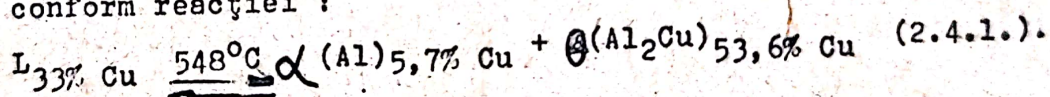
Cunoașterea și însușirea tehnologiei de elaborare și turnare a aliajelor Al - Cu ; urmărirea structurii și a caracteristicilor de turnare.

B. Date generale. Teoria și principiul lucrării

Aliajele binare Al - Cu, și în special aliajele complexe pe baza sistemului Al - Cu, formează una dintre cele mai importante clase de aliaje ușoare ; în figura 2.4.1. este prezentată diagrama de echilibru Al - Cu, secțiunea aliajelor utilizate la scară industrială.

Solubilitatea cuprului în soluția solidă pe bază de aluminiu este maximă la temperatura eutectică de 548°C (5,7%) apoi scade progresiv odată cu micșorarea temperaturii, până la 0,2% la 200°C ; aluminiul formează cu cuprul faza intermetalică Al_2Cu , denumită fază Θ .

La temperatura de 548°C și 33% Cu, se formează un eutectic, conform reacției :



Aliajele industriale Al - Cu, de turnătorie, sînt numai aliaje hipoeutectice, cu un conținut pînă la 12% Cu ; structura unui aliaj Al - Cu de turnătorie cu 10% Cu este prezentată în figura 2.4.2. (v. și anexa 10).

În microstructura brută de turnare se pot observa dendritele primare de soluție solidă α într-o masă metalică de bază eutectică ($\alpha + \Theta$).

Proprietățile de turnare ale aliajelor Al - Cu sînt mai slabe decît la siluminuri, din cauză că au fluiditate mică și tendința de a forma crăpături la cald.

Viscozitatea aliajelor în stare topită, la temperaturi de $670 - 690^{\circ}\text{C}$, în funcție de conținutul de lucru este redată în figura 2.4.3.

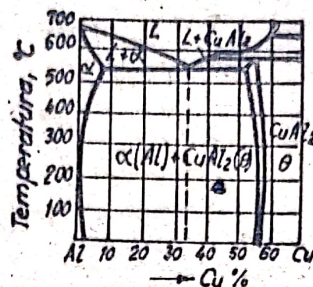


Fig. 2.4.1. Diagrama de echilibru Al-Cu



Fig. 2.4.2. Schema microstructurii aliajului tip Al-Cu, cu ~ 10% Cu.

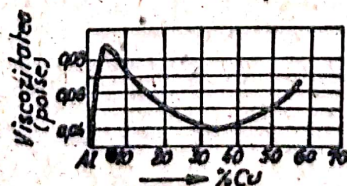


Fig. 2.4.3. Influența conținutului de cupru asupra viscozității aliajelor lichide Al-Cu.

C. Desfășurarea lucrării :

a. Utilaje, aparate, instrumente și materiale necesare :

- cuptor cu creuzet încălzit cu gaz, sau cuptor cu rezistență cu capacitate de 2 - 3 kg ;
- termocuplu de imersie ;
- linguri de turnare ;
- bare de oțel pentru amestecare ;
- cochilă și forme pentru turnarea probelor de structură ($\varnothing$ 10 x 100 mm) ;
- cochilă sau forme pentru luarea probelor de Fluiditate ;
- aparatură și scule pentru pregătirea glifurilor metalografice ;
- cântar de materiale ;
- fierăstrău mecanic și manual pentru debitarea materialelor și a probelor ;
- aparat pentru determinarea contracției la solidificare ;
- aluminiu (STAS 7607/1 - 80, de puritate 99,7%) ;
- prealiaj, Al - Cu₃₅ ;
- fondanți de protecție-degazare (v. anexa 19) ;
- plăci și hîrtie fotografică ;
- reactivi metalografici (v. anexa 2) ;
- materiale de protecție : plăci de azbest, mănuși de azbest, ochelari etc.

b. Modul, etapele de lucru și ordinea operațiilor pentru efectuarea lucrării :

1. Se pregătește materia primă, prin debitarea la fierăstrăul mecanic, cîntărindu-se următoarele cantități de materiale, corespunzătoare unei șarje de 2 kg aliaj cu 4% cupru:

- aluminiu : 1,775 kg ;
- prealiaj Al-Cu₃₅: 0,230 kg

2. Se curăță creuzetul cuptorului de eventuale resturi de material sau zgură, rămase de la topirile anterioare.

3. Se controlează instalația de absorbție a gazelor de deasupra cuptorului.

4. Se pregătește cochila sau formele pentru turnarea probei de fluiditate, așezându-se în fața cuptorului în pozițiile cele mai corespunzătoare turnării.

5. Se pornește cuptorul încălzindu-se treptat, până când creuzetul ajunge la roșu (cca. 800°C).

6. Se încarcă în cuptor atât cantitatea de aluminiu cîntărită, cît și cea de prealiaj Al-Cu, reglînd flacăra cuptorului ca aceasta să fie clară și albă, pînă la culoarea verzuie (flacăra slab oxidantă).

7. Din momentul în care începe formarea băii, aceasta se va acoperi cu un strat de fondant de protecție.

8. Cînd temperatura băii a ajuns la 720°C , se oprește cuptorul și se face degazarea băii cu unul din degazanții prevăzuți în anexele 16 și 19 (v. lucrarea 2.1.).

9. După 3 - 4 minute de repaos cu ajutorul lingurii de turnare se toarnă proba de structură, proba de contracție cît și proba de fluiditate.

10. Proba de structură se rupe și se apreciază aspectul rupturii. Din această probă se va pregăti un șlif metalografic, care se examinează la microscop la o mărire $\times 100$, după etao cu unul din reactivii prevăzuți în anexa 2; se va schița în oșietul de lucrări aspectul microstructurii sau se va executa fotografierea acestora.

11. Se va nota rezultatul probei de fluiditate.

12. Respectînd aceeași ordine a operațiilor, se vor elabora următoarele șarje, corespunzătoare unor conținuturi de 8% Cu și respectiv 10% Cu.

Sarja 2 :

- aluminiu : 1,550 kg ;
- prealiaj Al - Cu₃₅ : 0,450 kg

Sarja 3 :

- aluminiu : 1,430 kg ;
- prealiaj Al - Cu₃₅ : 0,570 kg.

c. Interpretarea rezultatelor ci continutul
referatului scris :

1. Se va descrie procesul tehnologic de elaborare a aliajelor Al-Cu.
2. Se vor schița microstructurile aliajelor elaborate.
3. Se vor interpreta rezultatele, întocmindu-se graficul de variație a fluidității, utilizând datele ce se vor trece după modelul prezentat în tabelul 2.4.1.

Tabelul 2.4.1.

Influența cuprului asupra fluidității aliajelor
Al - Cu turnate

	Seria 1	Seria 2	Seria 3
- Conținutul de Cu , %			
- Temperatura de turnare, °C			
- Fluiditatea, mm			
- Contractia liniară, %			

Capitolul 3

ALIAJE NEFEROASE SPECIALE

Lucrarea 3.1.

ELABORAREA SI TURNAREA ALIAJELOR PE BAZA DE ZINC

A. Scopul și obiectul lucrării

Cunoașterea și însușirea procesului tehnologic de elaborare și turnare a aliajelor pe bază de zinc.

B. Date generale. Teoria și principiul lucrării :

Fluiditatea bună și temperatura joasă de turnare, permit folosirea oricărui procedeu pentru turnarea aliajelor pe bază de zinc și în special a metodei de turnare sub presiune.

În ceea ce privește adăosurile de aliere, principalele grupe de aliaje de zinc sînt : Zn - Al, Zn - Al - Cu, Zn - Mn - Cu.

Componentul principal al aliajelor tehnice pe bază de zinc, folosite pentru turnare, este aluminiul ; acest adăos mărește rezistența aliajului și îmbunătățește fluiditatea.

Solubilitatea aluminiului în zinc la temperatura de 380°C este cca. 1,02%, iar la temperatura normală, se micșorează pînă la 0,05% (fig. 3.1.1.).

Al doilea component de aliere, care mărește caracteristicile mecanice ale aliajelor este cuprul ; porțiunea dinspre zinc a diagramei ternare de echilibru Zn - Al - Cu pe care sînt indicate izotermele lichidus, este prezentată în figura 3.1.2.

Punctul ET reprezintă un eutectic ternar cu 89,1% Zn, 7,05% Al și 3,85% Cu și temperatura eutectică de 377°C .

Cristalizarea unui aliaj cu 95% Zn, 4% Al și 1% Cu se produce în trei etape, conform următoarei scheme :

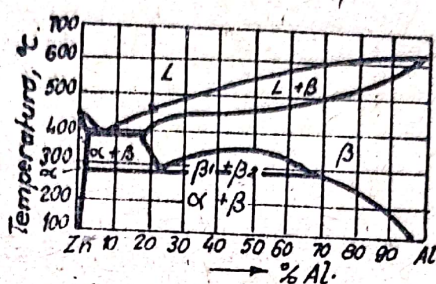


Fig. 3.1.1. Diagrama de echilibru Zn-Al

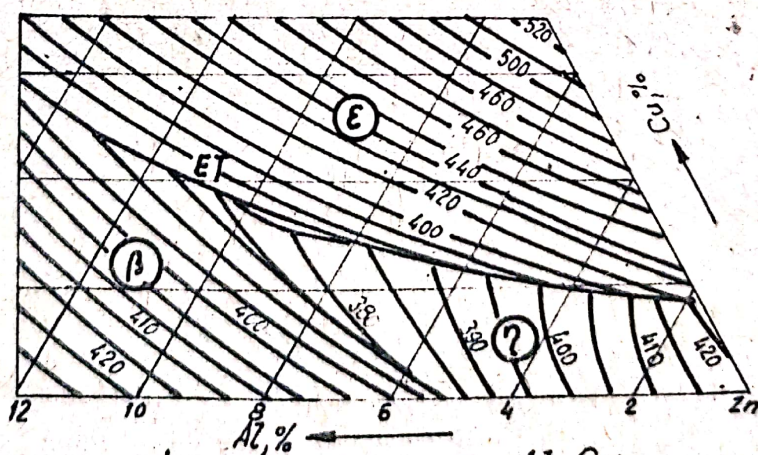


Fig. 3.1.2. Diagrama ternară Zn-Al-Cu.

Etapa I-a : $L_{392-380^{\circ}\text{C}} \eta + L_E$

Etapa II-a: $L_E_{380-377^{\circ}\text{C}}$ eutectic binar $(\eta + \beta) + L_E$

Etapa III-a: $L_E_{377^{\circ}\text{C}}$ eutectic ternar $(\eta + \beta + \epsilon)$, în care η , β și ϵ sînt soluții solide ternare bogate, respectiv în zinc, în aluminiu și în cupru.

Aliajele cu bază de zinc din sistemul Zn-Al-Cu nu trebuie supraîncălzite peste 500°C ; temperatura de turnare este de $420 - 430^{\circ}\text{C}$.

Pentru rafinarea băii cu ajutorul clorurilor se folosește ZnCl_2 sau NH_4Cl .

C. Desfășurarea lucrării :

a. Utilaje, aparate, instrumente și materiale necesare :

- cuptor cu creuzet încălzit cu gaz, sau cuptor cu rezistență cu capacitate de 3 - 4 kg ;
- termocuplu de imersie ;
- linguri de turnare ;
- bare de oțel pentru amestecare ;
- cochilă și forme pentru turnarea probelor de structură ($\varnothing 10 \times 100 \text{ mm}$) ;
- cochilă sau forme pentru luarea probelor de fluiditate ;
- aparatură și scule pentru pregătirea glifurilor metalografice ;
- fierăstrău mecanic și manual pentru debitarea materialelor și a probelor ;
- aparat pentru determinarea contracției liniare ;
- Zinc (STAS 646 - 76, de puritate 99,997) ;
- prealiaj Al - Cu₃₅ ;
- prealiaj Al₅₀ - Zn₅₀ ;
- fondanți de protecție și degazare : ZnCl_2 și NH_4Cl ;
- azot tehnic în butelii ;
- plăci și hîrtie fotografică ;
- reactivi metalografici (v. anexa 2) ;
- materiale de protecție : plăci de azbest, mănuși de azbest, ochelari etc.

b. Modul, etapele de lucru și ordinea operațiilor
pentru efectuarea lucrării :

1. Se pregătește materia primă prin debitarea la fierăstrăul mecanic, cântărindu-se următoarele cantități de materiale, corespunzătoare unei șarje de 3 kg de aliaj pe bază de zinc, conținând 6% Al și 1% Cu :

- prealiaj Al - Cu₃₅ : 0,050 kg ;
- prealiaj Al₅₀ - Zn₅₀ : 0,150 kg ;
- zinc : 1,800 kg

2. Se curăță creuzetul cuptorului de eventuale resturi de material sau zgură, rămase de la topirile anterioare.

3. Se controlează funcționarea instalației de absorbție a gazelor de deasupra cuptorului.

4. Se pregătește cochile sau formele pentru turnarea probei de fluiditate, așezându-se în fața cuptorului, în pozițiile cele mai corespunzătoare turnării.

5. Se pornește cuptorul încălzindu-se treptat, pînă cînd creuzetul ajunge la roșu (cca. 700°C).

6. Se încercă în cuptor întreaga cantitate de materiale cîntărite, reglînd flacăra cuptorului, astfel ca aceasta să fie clară și albă, pînă la culoarea verzuie (flăcără slab oxidantă).

7. Din momentul în care începe formarea băii, acestea se acoperă cu un strat de NH_4Cl .

8. După topirea materialelor se face degazarea cu ZnCl_2 adăugat în 2 - 3 porții și prin insuflarea de azot sub strat de fondant. ()

9. La 3 - 4 minute după degazare, la temperatura de 420 - 480°C se face turnarea probei de structură, a probei de fluiditate, precum și a probei de contracție.

10. Din proba de structură se pregătește un glif metalografic, care se examinează la microscop la o mărire $\times 100$, după așac cu unul din reactivii prevăzuți în anexa 2.

11. Se va nota rezultatul probei de fluiditate.

12. Respectînd aceeași ordine a operațiilor, se vor elabora următoarele două șarje, conținînd 10% Al și 1% Cu, respectiv 25% Al și 1% Cu.

Sarja 2 :

- prealiaj Al - Cu₃₅ : 0,050 kg ;
- prealiaj Al₅₀ - Zn₅₀ : 0,340 kg ;
- zinc : 1,610 kg.

Sarja 3 :

- prealiaj Al - Cu₃₅ : 0,050 kg ;
- prealiaj Al₅₀ - Zn₅₀ : 0,940 kg ;
- zinc : 1,010 kg.

c. Interpretarea rezultatelor și conținutul referatului scris :

1. Se va descrie procesul tehnologic de elaborare a aliajelor pe bază de zinc și se vor întocmi fișele pentru șarjele elaborate, cu descrierea detaliată a fiecărei faze tehnologice efectuate.

2. Se vor schița microstructurile aliajelor elaborate.

3. Se vor interpreta rezultatele, întocmindu-se graficul de variație a fluidității, utilizîndu-se datele experimentale care se vor trece în referatul scris după modelul indicat în tabelul 3.1.1. :

Tabelul 3.1.1.

Influența aluminiului și cuprului asupra caracteristicilor tehnologice de turnare a aliajelor cu baza de zinc

	Sarja 1	Sarja 2	Sarja 3
- Conținutul în Al, %			
- Conținutul în Cu, %			
- Temperatura de turnare, °C			
- Fluiditatea, mm			
- Contractia liniară, %			

Lucrarea 3.2.

TURNAREA ALIAJELOR ANTIFRICȚIUNE PE BAZA DE STANIU

A. Scopul și obiectul lucrării

Cunoașterea și însușirea procesului tehnologic de turnare a aliajelor pe bază de staniu și identificarea structurilor de turnare ale acestor aliaje.

B. Date generale. Teoria și principiul lucrării

În prezent staniul se folosește atât ca element de aliere, cât și ca bază pentru realizarea unor aliaje.

Aliajele pe bază de staniu se folosesc la execuția cuzinetelor, pentru lipit, precum și pentru tehnica dentară.

Principalele adaosuri de aliere sînt plumbul, stibiul și cuprul, care îl durifică.

Plumbul se socotește ca o impuritate dăunătoare pentru piesele turnate destinate a fi în contact cu produse alimentare.

Aliajele pe bază de staniu folosite pentru executarea cuzinetelor, cunoscute și sub denumirea de compoziții de staniu, au la bază proprietățile antifricțiune specifice. Acestea pot fi folosite numei sub formă de strat turnat de cuzinet sau pe bușe confecționate din aliaje pe bază de cupru, oțel sau fontă.

Compozițiile de lagăre pe bază de staniu au ca elemente de aliere stibiul și cupru. Proprietățile antifricțiune ale acestor aliaje se bazează pe structura tipică a acestor materiale, care constă în existența unor faze dure, de rezistență, înglobate într-o masă moale, antigripantă.

Adaosurile de cupru și stibiu determină apariția compuşilor intermetalici Cu_6Sn_5 de formă aciculară și SnSb de formă cubică, într-o bază moale de eutectio $\text{Sn} - \text{Cu}_6\text{Sn}_5 - \text{SnSb}$. Duritatea componentelor structurali și ai aliajului (Cu_6Sn_5 , SnSb , eutectioul ternar), formează un raport 10 : 4 : 1.

La elaborarea aliajelor pe bază de staniu se topește întâi o parte din staniu într-un cuptor cu creuzet și se adaugă stibiul mărunțit și cuprul sub formă de prealiaj CuSn_{25} .

Topirea se face fără a supraîncălzi aliajul la peste $570 - 600^{\circ}\text{C}$.

Pentru o mai bună omogenizare a aliajului, se recomandă o a doua topire.

Înainte de turnare pe cuzineți, aliajul se rafinează cu NH_4Cl introdusă pe fundul creuzetului.

C. Desfășurarea lucrării :

a) Utilaje, aparate, instrumente și materiale necesare :

- cuptor cu creuzet încălzit cu gaz, sau cuptor cu rezistență cu o capacitate de 2 - 3 kg ;

- termocuplu de imersie ;

- bare de oțel pentru amestecare ;

- cochilă pentru turnarea probei de structură ;

- cochilă pentru lingotarea aliajului ;

- aparatură și scule pentru pregătirea șlifurilor

metalografice ;

- fierăstrău mecanic și manual pentru debitarea materialelor și a probelor ;

- staniu (STAS 10303-75, de puritate 99,9%) ;

- stibiu (STAS 10262-75, de puritate 99,99%) ;

- prealiaj, CuSn_{25} ;

- fondant de rafinare : NH_4Cl ;

- plăci și hîrtie fotografică ;

- reactivi metalografici (v. anexa 2) ;

- materiale de protecție : plăci de azbest, mănuși de azbest, ochelari etc.

b) Modul, etapele de lucru și ordinea operațiilor pentru efectuarea lucrării :

1. Se pregătește materia primă prin debitare la fierăstrăul mecanic, cîntărindu-se următoarele cantități de materiale, corespunzătoare unei șarje de 2 kg de compoziția YSn 83

conținând 11% Sb și 6% Cu :

- staniu : 1,620 kg ;
- stibiu : 0,220 kg ;
- prealiaj CuSn_{25} : 0,160 kg

2. Se curăță creuzetul cuptorului de eventualele resturi de material, de zgură, rămase de la topirile anterioare.

3. Se încarcă în cuptor jumătate din cantitatea de staniu cântărită, împreună cu cantitățile cântărite de stibiu și prealiaj CuSn_{25} .

4. Se pornește cuptorul și se continuă încălzirea până la topirea materialelor.

5. După topire se introduce și restul de staniu, care se topește.

6. Când totul este topit se face rafinarea cu NH_4Cl introdusă pe fundul creuzetului, după care se amestecă pentru omogenizare.

7. Controlând ca temperatura să nu depășească $570 - 600^\circ\text{C}$, se toarnă o probă de structură, restul de material turnându-se în cochilele pentru lingotare.

8. Din proba de structură se pregătește un șlif metalografic, care se examinează la microscop la o mărire $\times 100$, după atac cu unul din reactivii prevăzuți în anexa 2.

9. Se va schița în caietul de lucrări sau se va fotografia aspectul microstructurii.

c. Interpretarea rezultatelor și conținutul

referatului scris :

1. Se va descrie procesul tehnologic de elaborare a aliajului Sn - Sb - Cu.

2. Se va schița aspectul microstructurii aliajului elaborat.

3. Se va descrie structura observată cu precizarea fazelor, care imprimă aliajului caracteristicile de anti-fricțiune.

4. Se determină duritatea pe probele prelevate în vederea determinării structurii.

Lucrarea 3.3.

ELABORAREA SI TURNAREA ALIAJELOR DE MAGNEZIU

A. Scopul si obiectul lucrării

Cunoaşterea şi însuşirea tehnologiei de elaborare şi turnare a aliajelor de magneziu ; urmărirea influenţei conţinutului elementelor de aliere asupra caracteristicilor mecanice şi tehnologice.

B. Date generale. Teoria şi principiul lucrării

Magneziul se întrebuintează în turnătorii numai sub formă de aliaje, cu excepţia unor cantităţi mici, care se întrebuintează la modificarea fontelor.

Principalele aliaje de magneziu folosite în turnătorii sînt : Mg - Al, Mg - Zn, Mg - Mn.

Aliajele de magneziu posedă proprietăţi remarcabile şi anume : rezistenţă pînă la 22 daN/mm^2 , alungirea pînă la 6%, duritatea pînă la 65 HB ; greutatea specifică a aliajelor de magneziu este mică ($1,75 - 1,85 \text{ daN/dm}^3$). Ținînd seama de această greutate specifică mică, rezistenţa specifică a acestor aliaje apare superioară aliajelor de aluminiu şi fontelor (rezistenţa specifică este raportul dintre rezistenţă şi greutatea specifică).

Aliajele de magneziu se prelucresă uşor pe maşinile unelte.

Aliajele de magneziu au o tehnologie de turnare mai complicată din cauza afinităţii mai mari a magneziului pentru oxigen, au o fluiditate relativ mică, o sensibilitate mai mare (comparativ cu aliajele de aluminiu) faţă de concentrarea eforturilor (efect de creşteră) şi o rezistenţă la coroziune mai mică.

În figura 3.3.1. sînt prezentate diagramele de echilibru binare ale principalelor elemente de aliere ale magneziului, secţiunile aliajelor turnate.

Din analiza diagramelor de echilibru se observă că :

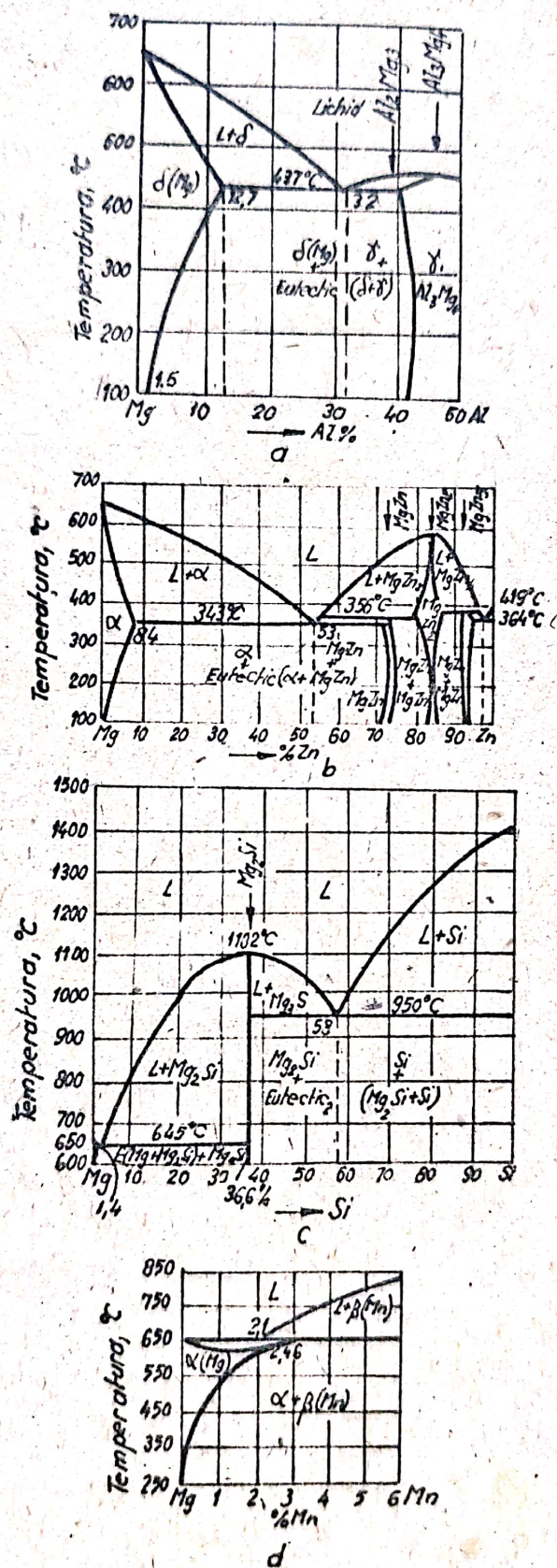


Fig. 3.3.1. Diagrammele binare de echilibru ale principalelor tipuri de aliaje cu baza de magneziu: a-tip Mg-Al; b-tip Mg-Zn; c-tip Mg-Si; d-tip Mg-Mn.

Solubilitatea aluminului în magneziu la temperatura eutetică (437°C) este de 12,7% și scade la 2,1% la temperatura ambientă, ceea ce face ca aceste aliaje să fie susceptibile la tratament termic (călire și îmbătrânire).

Alumiul în proporție de până la 10%, îmbunătățește proprietățile de turnare (crește fluiditatea, scade contractia) îmbunătățește proprietățile mecanice și rezistența la coroziune, la oxidare și autoaprindere a aliajului.

Solubilitatea zincului în magneziu la temperatura eutectică (343°C) este de 8,4% însă solubilitatea scade la zero la temperaturi sub 200°C .

Zincul înrăutățește proprietățile de turnare (scade fluiditatea), se mărește tendința de formare a crăpăturilor la cald și a microretasurilor, datorită creșterii intervalului de solidificare, în schimb se îmbunătățesc proprietățile mecanice și anticorozive ale aliajului.

Siliciul formează cu magneziul compusul intermetalic Mg_2Si la 36,6% Si și un eutectic de 1,4% Si, cu temperatura de topire la 645°C .

Un conținut de siliciu până la 1,2% Si, mărește rezistența la rupere, îmbunătățește proprietățile de turnare (crește fluiditatea, scade tendința de absorbție a gazelor și de formare a crăpăturilor la cald).

Manganul îmbunătățește rezistența și alungirea aliajelor de magneziu, mărește rezistența la coroziune și compactitatea pereților pieselor turnate din aceste aliaje ; cu creșterea conținutului de mangan se înrăutățesc însă proprietățile de turnare (fluiditatea).

C. Desfășurarea lucrării :

a) Utilaje, aparate, instrumente și materiale necesare :

- cuptor cu creuzet de grafit încălzit cu rezistență (elemente de încălzire nemetalice) (bere de silită) cu capacitatea 5 kg ;

- termocuplu de imersie ;

- linguri de turnare ;
- clește de turnare ;
- bare metalice (oțel) pentru amestecare ;
- cochilă și forme pentru turnarea probelor de structură ($\varnothing$ 10 x 100 mm) ;
- cochilă (forme) pentru turnarea epruvetelor de determinare proprietăților mecanice în stare brut turnată ;
- cochilă (forme) pentru probe de fluiditate ;
- aparatură și scule pentru pregătirea glifurilor metalografice ;
- cântar pentru materiale ;
- fierăstrău mecanic și manual pentru debitarea materialelor și a probelor ;
- aparat pentru determinarea contracției la solidificare ;
- microscop metalografic ;
- magneziu (STAS 10273 - 75, de puritate 99,96%) ;
- fondanți de protecție și rafinare (v. anexa 19) ;
- aluminiu (STAS 7607/1-80, de puritate 99,99%) ;
- plăci și hîrtie fotografică ;
- reactivi metalografici (v. anexa 2) ;
- materiale de protecție : plăci de azbest, mănuși de azbest, ochelari etc.

6. Modul, etapele de lucru și ordinea operațiilor pentru efectuarea lucrării :

1. Se pregătește materia primă corespunzătoare unei șarje de 1,0 kg aliaj cu 6% Al, 2,5% Zn, 0,3% Mn. Se ține seama de faptul că pentru alierea cu mangan se folosește un prealiaj ternar Al - Mn - Mg, cu 70% Al, 10% Mn, 20% Mg, iar alierea cu aluminiu și zinc se face direct.

În acest caz se vor folosi următoarele materiale metalice :

- 30 grame prealiaj, care aduce - 21 g Al ;
3 g Mn ;
6 g Mg

- 39 grame Al ;
- 25 grame Zn ;
- 906 grame Mg.

fondanți :

2 - 6% din greutatea încărcăturii (60 g).

2. Se folosesc două cuptoare cu creuzet ; unul servește la topirea, alierea și rafinarea aliajului, iar al doilea servește la topirea fondantului în care se spală unelte de lucru în baie (fondantul este carnalita $KCl \cdot MgCl_2$).

3. Se curăță creuzetul de eventualele resturi de material sau zgură, rămase de la topirile anterioare.

4. Se pregătesc cochilele (formele) pentru turnarea epruvetelor necesare determinării proprietăților mecanice, structurii și fluidității, așezându-se în pozițiile cele mai convenabile turnării.

5. Se porneste cuptorul încălzindu-se treptat până ce creuzetul s-a preîncălzit la $450 - 500^{\circ}C$.

6. Se introduce cantitatea necesară de fondant (ușor), măcinat.

7. Se introduce o jumătate din cantitatea totală de magneziu, presărându-l la suprafață cu fondanți ; după topire, se încercă succesiv restul de magneziu, în cantități mici, pentru a putea fi adâncit în magneziul deja topit. După topirea întregii cantități și atingerea temperaturii de $680 - 700^{\circ}C$ se procedează la aliere.

8. Alierea se face în felul următor :

- se introduce mai întâi prealiajul care conține mangan ;
- se introduce aluminiul direct pentru completarea conținutului de aluminiu în aliaj ;
- se introduce zincul (direct).

9. După aliere se face dezoxidarea (rafinarea) aliajului ; această operație se face prin dizolvarea oxizilor în fondanți la temperatura de $700 - 720^{\circ}C$. Se îndepărtează fondantul care a servit la topire și se prepară la suprafață

fondant proaspăt, în cantitate de 0,6 - 1,0% din greutatea aliajului ; fondantul se amestecă în baie cu ajutorul unei scule de oțel (lingură) cu găuri, timp de 5 - 6 minute. Amestecarea se face la început în straturile superioare și apoi din ce în ce mai adânc, până la aproximativ 1/3 de la fundul creuzetului.

Rafinarea se consideră terminată când suprafața metalului capătă un aspect lucios de oglindă.

Se curăță fondantul folosit la rafinare și se înlocuiește cu fondant proaspăt.

10. După rafinare, aliajul se supune operației de modificare pentru asigurarea unei structuri fine în piesele turnate.

Modificarea se poate face :

- prin supraîncălzirea băii la 850 - 950°C și menținere 15 - 20 min ;

- prin adăos de inoculanți (fără supraîncălzirea aliajului).

Deoarece modificarea s-a făcut prin supraîncălzire și menținere, se coboară temperatura băii la valoarea temperaturii de turnare (750 - 800°C). Temperatura se controlează cu termocuplu de imersie.

11. Se curăță fondantul și se înlocuiește cu fondant proaspăt.

12. Se extrage creuzetul din cuptor și se transportă la locul de turnare. Turnarea tuturor probelor și epruvetelor se face direct din creuzet. În timpul turnării, vîna de aliaj lichid se pudrează cu floarea de sulf pentru evitarea oxidării aliajului.

13. Proba pentru structură se rupe și se apreciază aspectul rupturii. Din această probă se pregătește un glif metalografic, care se studiază la microscopul metalografic la o mărire x 100 după un prealabil atac cu unul din reactivii prevăzuți în anexa 2. Se va nota în caiet aspectul microstructu-

rii sau se execută fotografierea microstructurii.

14. Se determină proprietățile mecanice și se notează rezultatele.

15. Se notează rezultatele probei de fluiditate.

c. Interpretarea rezultatelor și conținutul referatului scris :

1. Se va descrie (critic) procesul tehnologic de elaborare a aliajului.

2. Se va schița (fotografia) microstructura aliajului elaborat.

3. Se vor nota și comenta rezultatele obținute.

Capitolul 4

ELABORAREA PREALIAJELOR

Lucrarea 4.1.

ELABORAREA PREALIAJELOR FOLOSITE LA ELABORAREA ALIAJELOR PE BAZA DE CUPRU

A. Scopul și obiectul lucrării

Cunoașterea și însușirea tehnologiei de elaborare și turnare la alierea metalelor neferoase cu temperatură de topire, relativ ridicate.

B. Date generale. Teoria și principiul lucrării

Pentru a putea obține un aliaj cu compoziția prescrisă, o durată scurtă de topire cu supraîncălziri minime, cu pierderi minime prin oxidări și absorbție minimă de gaze este necesară, între altele, și o conducere rațională a procesului de aliere.

Elementele de aliere reprezintă un procent redus (în general sub 15%) din aliaj ; numai în puține cazuri (elame, aliaje cupru-nichel) se ajunge la un conținut de 35 - 40% al elementului de aliere. Foarte des acest procent este de numai 0,5 - 2%. Pierderile prin ardere ale elementelor de aliere sînt variabile de la o topire la alta, în funcție de condițiile topirii (atmosferă mai mult sau mai puțin oxidantă, supraîncălzire mai mare sau mai mică, durată mai mare sau mai mică de contact cu atmosfera oxidantă). Se pot ivi deci cazuri cînd analiza prescrisă nu este respectată. Pentru a se evita pierderi mari prin oxidarea elementului de aliere, este necesar ca alierea să se poată face într-un timp cît mai scurt, la o supraîncălzire minimă a componentului de bază.

Metalele de aliere pot avea o temperatură de topire inferioară sau aproximativ egală cu a componentului de bază și să se dizolve ușor în acesta. Sînt și cazuri cînd metalul de aliere are o temperatură mult superioară temperaturii de topire a componentului de bază (de exemplu alierea aluminiului

cu $t_{top} = 660^{\circ}\text{C}$ cu cupru cu $t_{top} = 1083^{\circ}\text{C}$ sau cu nichel cu $t_{top} = 1450^{\circ}\text{C}$), etc. În aceste cazuri (cînd temperatura de topire a metalului de aliere este mai mare decît a metalului de bază) alierea directă se face cu mari greutate, fiind necesară o supraîncălzire puternică a metalului de bază, o prelungire excesivă a duratei elaborării împreună cu oxidări mari și absorbție de gaze ; în toate aceste situații și altele asemănătoare este recomandabilă alierea prin intermediul prealiajelor (v. și anexa 22).

Prealiajele pot fi constituite din metalul de bază și unul din elementele de aliere (prealiaj binar) sau din metalul de bază și toate elementele de aliere (prealiaje ternare sau polimetalice). În prealiaj, metalul de aliere figurează în procent mult mai mare decît în aliajul final, astfel ca o cantitate mică de prealiaj să fie suficientă pentru a aduce în aliajul final cantitatea necesară de metal de aliere.

Alegerea compoziției prealiajului se face astfel ca temperatura lui de topire, să fie cît mai apropiată de a metalului de bază sau, dacă este posibil, inferioară acesteia. În acest scop se consultă diagrama de echilibru a aliajului. Alte considerente pentru alegerea compoziției prealiajului, care nu exclude criteriul unei temperaturi scăzute de topire, sînt ușurința calculului adaosului de prealiaj la elaborarea aliajului principal și sfărîmarea ușoară, în bucăți mici, a prealiajului, lucru avantajos la cîntărire.

Utilizarea prealiajelor, deci a unor aliaje intermediare aliajelor finale pe care dorim să le obținem, se face din următoarele considerente :

1 - evitarea supraîncălzirii topiturii în vederea introducerii unui element de aliere constituit dintr-un metal greu fuzibil sau care necesită o cantitate mare de căldură pentru topire (de exemplu beriliu, care este cel mai mare consumator de căldură dintre metalele neferoase) ;

2 - limitarea supraîncălzirilor locale ale topiturii la introducerea unor elemente de aliere cu căldură de dizolvare ridicată și deci micșorarea pierderilor prin evaporare și oxidare ;

3 - obținerea unor randamente controlabile de asimilare în baie a elementelor de aliere în vederea creșterii preciziei de obținere a compoziției chimice dorite într-un timp de elaborare cât mai scurt.

Din aceste considerente prealiajele trebuie să îndeplinească următoarele condiții :

1 - să fie realizate în jurul unei compoziții eutectice cu metalul de bază, astfel încât temperatura lor de topire să fie cât mai scăzută și totodată să conțină o cantitate cât mai mare de element sau elemente de aliere ;

2 - să nu prezinte fenomenul de segregatie și să asigure o dizolvare în baia metalului de bază a aliajului elaborat cât mai mare, astfel încât piesa turnată, în special la grosimi mari de perete, să nu apară neomogenități și modificări ale structurii ;

3 - să fie stabile în timp în ceea ce privește compoziție chimică, deci tendința de oxidare redusă și rezistența la acțiunea corozivă a atmosferei ;

4 - să nu fie sfărâmičioase și să se degradeze la depozitare, dar totodată suficient de casante pentru ca după elaborare să poată fi granulate și deci ușor de dozat la elaborare.

Cele mai utilizate metode industriale de obținere a prealiajelor necesare elaborării aliajelor neferoase turnabile (secundare) sînt :

1- topirea directă a componentilor metalici puri ;

2 - metalotermice (în general reducerea aluminotermică) ;

3 - electroliza în săruri topite ;

4 - sinterizarea din pulberi metalice ale metalelor componente de bază.

Elaborarea prealiajelor prin topirea directă a componentilor metalici puri este ușor realizabilă în secțiile de elaborare ale turnătoriilor de aliaje neferoase ; metoda constă în esență din topirea metalului de bază, dezoxidarea acestei topituri, concomitent cu protejarea ei sub strat de

de fondant de suprafață sau flux degazant-dezoxidant-protector și apoi introducerea elementelor de aliere sub formă de metale pure ca lingouri, catozi (bare, plăci) sau granule. După dizolvarea acestora se face o rafinare a băii și prealiajul se lingotează în calupuri de mărimea dorită ; după acest procedeu se obțin prealiajele cu baza de cupru (Cu-Si, Cu-Mg, Cu-Cr), aluminiu (Al-Si, Al-Cu, Al-Mg) sau nichel. În baie topită a componentului de bază, elementul de aliere se poate adăuga și sub formă de compus (fluoruri, boruri, cloruri) care se descompun termic, în general, aluminotermic și apoi se dizolvă în baie.

Ordinea operațiilor de elaborare (încărcare și topire) și a proceselor metalurgice (protecție, degazare, dezoxidare, rafinare) este specifică fiecărui tip de prealiaj în parte.

În cazul elaborării bronzurilor cu aluminiu se utilizează uzual următoarele tipuri de prealiaje :

- prealiaj cupru-magneziu (85% Cu - 15% Mg) ;
- prealiaj cupru-aluminiu (50% Al - 50% Cu) ;
- prealiaj cupru-mangan (20 - 25% Mn + 80 - 75% Cu) ;
- prealiaj cupru-nichel (15-30% Ni + 85-70% Cu) ;
- prealiaj cupru-fier (5 - 10% Fe + 95 - 90% Cu) ;
- prealiaj aluminiu-cupru-mangan (50% Al-40% Cu-10% Mn) ;
- prealiaj aluminiu-cupru-nichel (50% Al-40% Cu-10% Ni) ;
- prealiaj aluminiu-cupru-fier (50% Al-40% Cu-10% Fe).

Prealiajul Cu - Al (50/50) :

Elaborarea constă în topirea cuprului, supraîncălzirea băii și dezoxidarea cu fosfor și apoi în dizolvarea aluminiului ; dizolvarea aluminiului solid în cupru lichid se poate considera că se realizează în două etape și anume :

- o reacție interfazică și producerea unei dizolvări superficiale a bucăților de aluminiu ;
- dizolvarea propriu-zisă prin difuzia aluminiului în stratul adiacent interfeței solid-lichid, proces caracterizat prin următoarea ecuație a vitezei de dizolvare :

$$\frac{dn_b}{dt} = K_c \cdot \frac{S}{V} (n_s - n_b) = \frac{K_1 \frac{D}{S}}{K_1 + \frac{D}{\delta}} \cdot \frac{S}{V} (n_s - n_b) \quad (4.1.1.)$$

unde K_c este constanta vitezei de dizolvare, în cm/sec ;

S - aria interfazică, în cm^2 ;

V - volumul de lichid, în cm^3 ;

n_s - concentrația aluminiului în baia de cupru, la saturație, în mol/cm^3 ;

n_b - concentrația instantanee a aluminiului dizolvat în topitură, în mol/cm^3 ;

t - timpul de dizolvare, în sec ;

K_1 - constanta vitezei reacției interfezice, în cm/sec ;

D - coeficientul de interdifuzie în lichid, în cm^2/sec ;

δ - grosimea propriu-zisă a stratului de difuzie, în cm.

Considerînd baia cu o densitate constantă ρ , ecuația devine :

$$v = K_c \cdot \frac{\rho}{100} (C_s - C_b) \quad (4.1.2.)$$

unde densitatea topiturii ρ , este în g/cm^3 ;

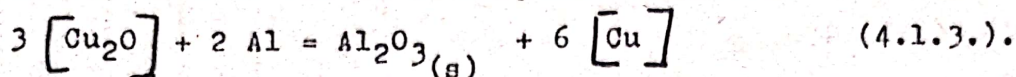
C_s și C_b - concentrațiile aluminiului în cupru, la saturație și respectiv la un moment dat, în % ;

v - viteza de dizolvare a aluminiului în cupru, în $\text{g/cm}^2 \cdot \text{sec}$

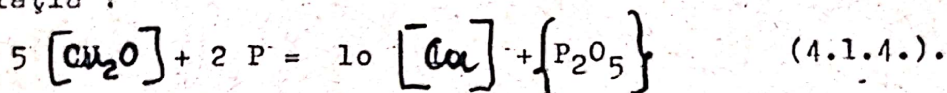
Avînd în vedere faptul că dizolvarea aluminiului are loc cu degajarea unei cantități mari de căldură ($\Delta H \approx -2000 \text{ cal/mol}$), care provoacă supraîncălziri locale de $150 \dots 300^\circ\text{C}$, este necesar ca formarea băii inițiale să fie realizată numai din cca $2/3$ din cantitatea de cupru necesară, iar restul de $1/3$ cupru să fie introdus în topitură odată cu aluminiu ; în acest fel căldura degajată de dizolvarea aluminiului solid în lichid va fi consumată de cupru solid adăugat în etapa a doua.

Topirea cuprului se face sub strat de mangan (calcinat) sau sticlă pisată și după formarea băii se supraîncălzește la

1150°C ; dacă ar urma direct introducerea în baie a aluminiului, acesta ar juca rol de dezoxidant și pe lângă consumul inutil de aluminiu, ar duce și la formarea oxidului Al_2O_3 insolubil în topitură, care ar rămâne în suspensie impurificând aliajul :



Este deci necesară, înaintea introducerii aluminiului, dezoxidarea băii de cupru lichid cu fosfor sub formă de prealiaj Cu-P ; se consideră că baia de cupru conține 0,1% oxigen, cantitatea de fosfor calculându-se, cu aproximație, stoechiometric din relație :



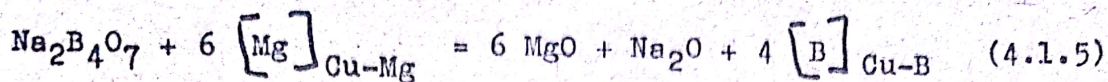
Calculul cantităților necesare de cupru și aluminiu se face pentru 100 g prealiaj cu considerarea arderilor (1 ...2% pentru cupru și 1...3% pentru aluminiu) și al gradului de puritate al celor două metale ; aceste date servesc pentru alcătuirea fișei de garjă și implicit a rețetei de încărcare.

Prealiajul Cu - Mg (85/15) :

Elaborarea constă în obținerea băii de cupru electrolitic, supraîncălzirea acesteia la 1120 - 1140°C și introducerea magneziului metalic, cu ajutorul unui dispozitiv tip clăpot care se imersează în topitură, în scopul micșorării vaporizării magneziului (t_{fierb. Mg} ≈ 1170°C) și evitării împrăștiilor și stropirilor cu aliaj lichid ; elaborarea se face în cuptor electric cu inducție cu creuzet de grafit cu șamotă, topirea cuprului electrolitic făcându-se sub un strat de mangal calcinat.

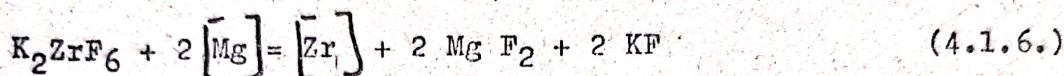
Prealiajul Cu-Mg se utilizează ca atare la elaborarea aliajelor cu baza de cupru (bronzuri, alame) sau cu baza de magneziu sau se folosește în continuare la elaborarea altor tipuri de prealiaje (de tipul Cu-B, Cu-Zr, Cu-Ti etc) prin metoda de reducere metalotermică.

De exemplu pentru prealiajul Cu-B se utilizează un amestec de prealiaj Cu-Mg cu borax calcinat, care se topește într-un creuzet de grafit și se supraîncălzeste la 1450...1500°C, când are loc reacția :



Oxidul de magneziu împreună cu boraxul care nu a intrat în reacție formează o zgură borică, iar borul rezultat se dizolvă în cupru, formând picături care se depun pe fundul creuzetului.

Similar se pot obține prealiajele Cu-Zr și Cu-Ti în urma reacțiilor dintre hexafluorzirconatul sau hexafluor-titanatul de potasiu (săruri calcinate) și baia de Cu-Mg :



reacție în care magneziu este sub formă de prealiaj Cu-Mg, iar zirconiul și titanul sînt reținute prin dizolvarea lor în baia de cupru, care după solidificare conduc la obținerea prealiajelor tip Cu-Zr sau Cu-Ti ; pentru a avea loc reacțiile menționate topirea se conduce la 1400 - 1500°C.

C. Desfășurarea lucrării :

a. Utilaje, aparate, instrumente și materiale necesare :

- două cuptoare cu creuzet de grafit, încălzit cu rezistență (bare de silită), cu capacitatea de 5 kg ;
- termocuplu de imersie ;
- clești pentru turnare ;
- bare de oțel pentru amestecare ;
- lingotieră pentru turnare ;
- cîntar (balanță) pentru materiale ;
- aluminiu (99,7% Al, STAS 7607/1-80 și STAS 7607/2-79) ;
- cupru electrolitic (STAS 270/1 - 80) ; (v. și anexa 4) ;
- mangan metalic ;
- nichel ;
- strunjitori de fier ;
- mangel uscat sau sticlă pisată ;
- cupru fosforos (Cu-P9, Cu-P11 sau Cu-P13, STAS 2270-75) ;
- clorură de mangan, clorură de zinc ;
- materiale de protecție : plăci de azbest, mănuși de azbest, ochelari etc.

b. Modul, etapele de lucru și ordinea operațiilor
pentru efectuarea lucrării :

Elaborarea prealiajului Cu-Al (50/50) :

1. Se pregătește materia primă, cântărindu-se următoarele cantități de materiale :

- aluminiu : 1,5 kg (50%) ;
- cupru : 1,5 kg (50%)

2. Se curăță creuzetul de eventualele resturi de material sau zgură rămase de la topirile anterioare.

3. Se pregătește lingotiera pentru turnarea prealiajului, așezînd-o în poziția cea mai convenabilă turnării.

4. Se încercă în creuzet mangal astfel ca, stratul de mangal să acopere bine suprafața băii după topire.

5. Se încercă și se topește cuprul sub stratul de protecție de mangal.

6. Se supraîncălzește cuprul la $1100 - 1150^{\circ}\text{C}$ și se dezoxidează cu cupru fosfores.

7. În același timp, dar separat, se topește $2/3$ din aluminiul necesar.

8. Se toarnă cuprul (în vîină subțire) în aluminiul topit amestecînd continuu. Restul de $1/3$ aluminiu se adaugă treptat (în stare solidă) în baia de aluminiu și cupru pentru a se evita creșterea temperaturii datorată formării compușilor intermetalici.

9. Se dezoxidează baia cu clorură de mangan.

10. Se toarnă prealiajul la temperatura de $670 - 700^{\circ}\text{C}$ în lingotieră.

Elaborarea prealiajului Cu-Mn (80/20):

1. Se pregătește materia primă, cântărindu-se următoarele cantități de materiale :

- cupru : 4 kg (80%) ;
- mangan metalic : 1 kg (20%)

2. Se execută identic operațiile 2, 3, 4, 5 de la prealiajul cupru - aluminiu.

3. Se supraîncălzește cuprul la 1200°C .

4. Se introduce manganul în porțiuni mici în cuprul topit sub stratul de mangan.

5. Se toarnă prealiajul în lingotiera pregătită în acest scop.

Elaborarea prealiajului Cu-Ni (80/20) :

1. Se pregătește materia primă, cântărindu-se următoarele cantități de materiale :

- cupru : 4 kg (80%) ;

- nichel : 1 kg (20%)

2. Se execută identic operațiile 2, 3, 4, 5, 6 de la prealiajul cupru - aluminiu.

3. Se introduce treptat nichelul în baie.

4. Se toarnă prealiajul în lingotiera pregătită în acest scop.

Elaborarea prealiajului Al-Cu-Mn (40/10/50):

1. Se pregătește materia primă, cântărindu-se următoarele cantități de materiale :

- cupru : 1,5 kg (40%) ;

-mangan : 0,375 kg (10%) ;

- aluminiu : 1,875 kg (50%)

2. Se elaborează prealiajul binar, cupru-mangan ca mai sus.

3. Se introduce treptat aluminiul în prealiajul cupru-mangan topit.

4. Se dezoxidează topitura cu clorură de zinc.

5. Se toarnă în lingotiera pregătită în acest scop.

Elaborarea prealiajului Cu-Fe (90/10):

1. Se pregătește materia primă, cântărindu-se următoarele cantități de materiale :

- cupru : 4,5 kg (90%) ;
- fier : 0,5 kg (10%)

2. Se execută identic operațiile 2, 3, 4, 5, 6 de la prealiajul cupru - aluminiu.

3. Se introduce în porțiuni mici strunjiturile de fier amestecând până la dizolvare.

4. Se toarnă prealiajul în lingotiera pregătită în acest scop.

Elaborarea prealiajului Al-Cu-Ni (40/10/50):

1. Se pregătește materia primă, cântărind următoarele cantități de materiale :

- cupru : 1,5 kg (40%) ;
- nichel : 0,375 kg (10%) ;
- aluminiu : 1,875 kg (50%).

2. Se elaborează prealiajul binar, cupru-nichel, ca mai sus.

3. Se topește separat aluminiul.

4. Se toarnă prealiajul binar, cupru-nichel, peste aluminiul topit, obținându-se prealiajul ternar.

5. Se toarnă în lingotiera pregătită în acest scop ($t_{\text{turn.}} = 720 - 750^{\circ}\text{C}$).

Elaborarea prealiajului Al-Cu-Fe (40/10/50):

1. Se pregătește materia primă, cântărindu-se următoarele cantități de materiale :

- cupru : 1,5 kg (40%) ;
- fier : 0,375 kg (10%) ;
- aluminiu : 1,875 kg (50%).

2. Se elaborează prealiajul binar, cupru-fier ca mai sus.

3. Se topește separat aluminiul.

4. Se toarnă prealiajul binar cupru-fier, peste aluminiul topit și se amestecă, obținându-se prealiajul ternar.

5. Se dezoxidează baia cu clorură de zinc.
6. Se toarnă în lingotiera pregătită în acest scop.

c. Interpretarea rezultatelor și conținutul
referatului scris :

1. Se va întocmi fișa de garjă pentru fiecare tip de prealiaj elaborat.
2. Pentru fiecare tip de prealiaj elaborat se va analiza critic operațiile tehnologice de încărcare-topire (ordinea de încărcare), dezoxidare și rafinare efectuate la elaborare.
3. Se va examina microstructura prealiajului elaborat și conform lucrărilor de laborator de la disciplina de "Metalurgie fizică" se vor efectua determinări cantitative și calitative de faze și constituenți metalografici.
4. Pentru prealiajul tip Cu-Al se va cerceta influența dezoxidării cu fosfor a băii de cupru asupra calității prealiajului obținut, realizându-se analize la garje fără dezoxidare și cu dezoxidare cu cantități diferite de fosfor : fosfor necesar stoechiometric și varianta cu fosfor în exces.

Lucrarea 4.2.

ELABORAREA PREALIAJELOR UTILIZATE LA ELABORAREA ALIAJELOR PE BAZA DE ALUMINIU SI PE BAZA DE MAGNEZIU

A. Scopul și obiectul lucrării

Cunoașterea și însușirea tehnologiei de elaborare și turnare a prealiajelor folosite la alierea metalelor neferoase cu temperatură de topire relativ scăzută.

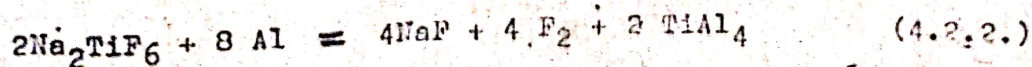
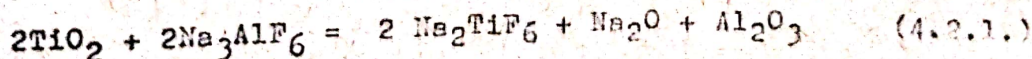
B. Date generale. Teoria și principiul lucrării

Pentru elaborarea aliajelor cu baza de aluminiu și magneziu, industrial, sînt utilizate în mod curent următoarele tipuri de prealiaje :

- prealiaj cupru-aluminiu (50% Al - 50% Cu) ;
- prealiaj aluminiu-siliciu (15-50% Si + 85-50% Al) ;
- prealiaj aluminiu-mangan (10-20% Mn + 90-80% Al) ;
- prealiaj aluminiu-magneziu (50% Al - 50% Cu) ;
- prealiaj aluminiu-cupru-nichel (20% Ni - 40% Cu - 40% Al) ;
- prealiaj magneziu-siliciu (10% Si - 90% Mg) ;
- prealiaj aluminiu-mangan-magneziu (70% Al - 10% Mn-20% Mg) ;
- prealiaj aluminiu-titan (95% Al - 5% Ti) ;
- prealiaj aluminiu-titan-bor (93,5% Al - 5% Ti - 1,5% B).

Unele prealiaje de aluminiu (cu Ti, Cr, Mo) pot fi obținute prin reducerea metalului de aliere din oxizii corespunzători aplicînd metoda reacției aluminotermice ; de exemplu pentru elaborarea prealiajului Al-Ti se procedează astfel :

- un amestec în cantități egale de criolită (Na_3AlF_6) și oxid de titan (TiO_2) se adaugă într-o baie de aluminiu topit și supraîncălzit la $\sim 1000^\circ\text{C}$, unde se vor produce reacțiile :



- topitura metalică se amestecă pentru omogenizare și se toarnă în lingotiere ;

- după turnare prealiajul se retopește și se rafinează, se îndepărtează zgura și se toarnă din nou în blocuri.

Elaborarea prealiajului Al-Ti (95/5) :

Se obține baia de aluminiu, care se supraîncălzește la 1000 - 1200°C și în care se introduce buretele de titan, amestecându-se continuu ; după dizolvarea completă a titanului, se evacuează zgura și se lingotează prealiajul.

Pentru amestecare se vor utiliza bare din oțel vopsite cu o compoziție de protecție (25% talc, 25% cretă măcinată, 8% acid boric, restul apă), bine calcinate sau bețe din lemn ; elaborarea se va realiza prin încălzirea cuptorului electric la treapta maximă de putere, deci într-un timp cât mai scurt, pentru a evita dizolvarea de gaze (în special a hidrogenului).

Elaborarea prealiajelor tip Al-Ti-B (93,5-5-1,5) :

Prealiajele din sistemul Al-Ti-B conțin în general 2-5% Ti și 0,8 - 1,5% B cu raportul Ti : B între (2-5) : 1 ; elaborarea se poate realiza în următoarele variante :

1. Se realizează baia de aluminiu, se supraîncălzește la 850 - 1000°C și se introduce amestecul : $\text{KBF}_4 + \text{K}_2\text{TiF}_6 +$ pulbere de titan sau în locul titanului metalic se poate utiliza pulbere de prealiaj Al-Ti ;

2. În baia de aluminiu supraîncălzită se adaugă span sau burete de titan, fluorborat de potasiu și aluminiu :



Alumiul se topește într-un cuptor cu creuzet și se supraîncălzește până la 850 - 1000°C, în funcție de conținutul de titan al prealiajului respectiv, după care suprafața topiturii se acoperă cu un strat de KCl lichid ($t_{\text{top KCl}} = 730^\circ\text{C}$). După topirea completă a clorurii de potasiu, care are rol de protecție contra evaporării fluorurilor, se introduce amestecul de fluorborat de potasiu și buretele de titan ; topitura se amestecă fie continuu, fie discontinuu (din 15 în 15 minute), timp de 1 oră.

Prealiajele turnare Al-Ti-B se pot obține și prin re-

topirea amestecurilor de prealiaje binare Al-Ti (cu 1-2% Ti) și Al-B (cu 0,08 - 1% B) ; în final, în funcție de materiile utilizate și tehnica de elaborare, în prealiaj compuşii intermetalici : TiB_2 , $TiAl_3$, $Ti(Al)B_2$ vor avea o morfologie specifică și cu anumite dimensiuni.

C. Desfășurarea lucrării :

a. Utilaje, aparate, instrumente și materiale necesare :

- cuptoare cu creuzet de grafit, încălzite cu rezistență (bare de silită) cu capacitatea de 5 kg ;
- creuzet de fontă cu capacitatea de 5 kg ;
- termocuplu de imersie ;
- clești pentru turnare ;
- creuzet de fier cu capacitatea de 5 kg ;
- bare de oțel pentru amestecare ;
- lingotieră pentru turnare ;
- cântar (balanță) pentru materiale ;
- clopot perforat pentru introducerea materialelor

la fundul creuzetului :

- magneziu metalic (STAS 10273-75, de puritate 99,96%) ;
- cupru electrolitic (STAS 270/1-80, de puritate 99,98%) ;
- aluminiu (STAS 7607/1-80 de puritate 99,99%) ;
- mangan metalic (STAS 7387-81, de puritate 99,95%) ;
- siliciu metalic sau FeSi cu 98% Si ;
- nichel (STAS 10502-76, de puritate 99,99%) ;
- clorură de zinc ;
- vopsea refractară de protecție ;
- floare de sulf.

b. Modul, etapele de lucru și ordinea operațiilor pentru efectuarea lucrării :

Elaborarea prealiajului Al-Si (75/25) :

1. Se pregătește materia primă cântărindu-se următoarele cantități de materiale :

- aluminiu : 2 kg (75%) ;
- siliciu metalic : 0,670 kg (25%).

2. Se topește aluminiul și se supraîncălzește la 800°C .
3. Se rafinează cu clorură de zinc.
4. Se introduce siliciul adâncindu-l în baie cu ajutorul unui clopot după ce a fost îndepărtată pelicula de oxizi.

Clopotul se acoperă cu vopsea refractară pentru a evita dizolvarea fierului în aluminiu.

5. Se toarnă de la temperatura de $750 - 780^{\circ}\text{C}$ în lingotieră.

Elaborarea prealiajului Al-Mn (80/20):

1. Se pregătește materia primă cântărindu-se următoarele cantități de materiale :

- aluminiu : 2 kg (80%) ;
- mangan metalic : 0,5 kg (20%).

2. Se topește $3/4$ din cantitatea de aluminiu și se supraîncălzește la $800 - 900^{\circ}\text{C}$.

3. Se mărunțește manganul metalic și se preîncălzește la temperatura de 800°C .

4. Se introduce manganul metalic în aluminiul topit ;
5. Se adaugă resturi de aluminiu în bucăți.

Pentru evitarea pierderilor prin oxidare se acoperă baia cu un fondant de clorură de bariu.

6. Se rafinează baia cu clorură de zinc.
7. Se toarnă în lingotiera vopsită și preîncălzită.

Elaborarea prealiajului Al-Mn (50/50):

1. Se pregătește materia primă, cântărindu-se următoarele cantități de materiale :

- aluminiu : 1 kg (50%) ;
- magneziu : 1 kg (50%).

2. Se topește aluminiu sub un strat de carnalită (KCl MgCl_2) sau un fondant folosit la elaborarea aliajelor aluminiu - magneziu (v. anexa 19).

3. Se introduce magneziul în aluminiu topit și se amestecă.

4. Se toarnă de la temperatura de $450 - 480^{\circ}\text{C}$ în lingotieră. În timpul turnării jetul de metal se pudrează cu floare de sulf pentru protecție împotriva oxidării.

Elaborarea prealiajului Mg-Si (90/10):

1. Se pregătește materia primă cântărindu-se următoarele cantități de materiale :

- magneziu : 1,20 kg (90%) ;
- siliciu metalic: 0,135 kg (10%).

2. Se topește magneziul într-un creuzet de fier sub un strat de fondant ușor.

3. Se supraîncălzește topitura la 850°C .

4. Se introduce treptat siliciul cu ajutorul unui clopot.

5. După dizolvare se amestecă și se toarnă.

6. Turnarea se face de la temperatura de $860-880^{\circ}\text{C}$ în lingotiere, pudrind vîna de metal cu pulbere de sulf, pentru a proteja topitura împotriva oxidării.

Elaborarea prealiajului Al-Mn-Mg (70/10/20):

1. Se pregătește materia primă, cântărindu-se următoarele cantități de materiale :

- aluminiu : 1,2 kg (70%) ;
- mangan : 0,170 kg (10%) ;
- magneziu : 0,340 kg (20%).

2. Se topește aluminiul într-un creuzet de fontă acoperit la interior cu o vopsea refractară pentru a preveni dizolvarea fierului în aluminiu.

Se supraîncălzește aluminiul la $850 - 900^{\circ}\text{C}$.

3. Se introduce manganul, mărunțit și preîncălzit la 800°C .

4. Se rafinează topitura cu clorură de zinc.

5. Se acoperă topitura cu un strat de fondant ușor (v. anexa 19).

- 99 -

6. Se introduce magneziul în porțiuni și se amestecă.
7. Se toarnă în lingotieră de la temperatură de 690 - 700°C.

c. Interpreterea rezultatelor și conținutul
referatului scris :

1. Se va întocmi fișa de verificare pentru fiecare tip de prealiaj elaborat.
2. Pentru fiecare tip de prealiaj elaborat se va analiza critic operațiile tehnologice de încălzire-topire (ordinea de încălzire), dezoxidare și rafinare efectuate la elaborare.

Lucrarea 4.3.

ELABORAREA ALIAJELOR NEFEROASE DIN DESEURI
SI COLECTARI DE MICI DIMENSIUNI

A. Scobul si obiectul lucrării

Cunoaşterea fenomenelor care au loc la încălzirea materialelor solide peste materialele lichide din cuptor, a fenomenelor care au loc la topirea materialelor mărunte (strunjături, pilături, pulberile de la moşinile de rectificat) în băi de fondanţi ; însuşirea tehnologiei de topire a materialelor mărunte.

B. Date generale. Teoria si principiul lucrării

În cuptoarele de elaborare pot rămâne de la topirea precedentă cantităţi mici de metal lichid, zguri topite şi materiale de scooperire topite. În unele cazuri, se opreşte intenţionat o cantitate de metal lichid (cazul cuptoarelor cu inducţie cu canal, unde se opreşte 20 - 25% din metalul lichid al şerjei precedente pentru asigurarea închiderii circuitului secundar la topirea următoare). Din această cauză materialele solide, care se încălesc peste baia lichidă, trebuie uscate sau mai bine trebuie preîncălzite pentru a se evita ca prin evaporarea rapidă a umezelii aderente să se provoace proiecţii de metal lichid sau chiar explozii. Aceste precauţiuni trebuie să fie şi mai severe în timpul iernii.

Preîncălzirea încărcăturii metalice este în special necesară atunci când topirea se face sub un strat de fondant lichid, iar materialele metalice solide trebuie adâncite în acest fondant (cazul elaborării aliajelor de magneziu şi a unor aliaje de aluminiu cu un conţinut mare de magneziu).

La topirea materialelor mărunte (strunjături, pilături etc) au loc fenomene fizice importante.

Se pot ivi două cazuri :

a) Când oxizii metalici formaţi pe suprafaţa (foarte mare) a acestor materiale în contact cu agenţii atmosferici

sînt solubili în metalul topit (aliajele de cupru și nichel).

b) Cînd oxizii metalici, formați pe suprafața materialelor nu sînt solubili în metalul topit (aliaje de aluminiu și magneziu).

În primul caz, topirea materialelor mărunte nu pune nici un fel de problemă. Oxizii de la suprafața bucăților mărunte, se dizolvă în metalul sau aliajul, care se topește, particulele mici de metal sau aliaj lichid, în contact direct unele cu altele se strîng (sub acțiunea tensiunii superficiale) în picături mari și coboară în baie.

În cazul al doilea pelicula de oxizi este insolubilă în metalul lichid, are o rezistență mare și este compactă. Cum metalul sau aliajul are și o greutate specifică mică, topirea materialelor mărunte este deosebit de dificilă. La încălzirea așchiilor de acest fel, metalul se topește în interiorul peliculei de oxizi însă pelicula fiind compactă și rezistentă, nu permite unirea porțiunilor de metal din interiorul lor cu metalul din așchia sau granula de pilitură vecină. Din această cauză unirea picăturilor mici în picături mari și formarea băii este imposibilă.

Pentru topirea materialelor mărunte (cazul b) trebuie să se folosească un fondant care să dizolve oxizii de aluminiu sau și aliajului de aluminiu, permițînd porțiunilor mici de metal lichid să se unească în picături mari și să conflueze în baie metalică.

Fondantul folosit în acest caz este compus din 75% NaCl și 25% CaF_2 . În acest fel se poate recupera practica tot metalul din strunjături.

Dacă așchiile se scufundă în fondantul topit, se mărește randamentul de metal bun din așchii, deoarece în timpul topirii nu se mai formează oxizi.

Considerațiile de mai sus (cu privire la cazul aliajelor cu oxizi insolubili) se aplică și în cazul retopirii așchiilor altor aliaje, ai căror oxizi nu sînt solubili în baie (bronzurile cu Al, aliaje Cu-Si, alame speciale etc.).

C. Desfășurarea lucrării :

a. Utilaje, aparate, instrumente și materiale necesare :

- cuptor cu gaz de capacitate - 3 4 kg ;
- cântar de materiale ;
- fierăstrău manual și mecanic pentru debitarea materialelor ;
- foarfecă de tablă (manuală sau de banc) ;
- strunjitori și pilitură de cupru electrolitic (STAS 270/1 - 80) ;
- strunjitori și pilitură de aluminiu (STAS 7607/1-80) ;
- tablă subțire de aluminiu, grosime 0,5 - 1,5 mm ;
- sîrmă de oțel ;
- fondanți (NaCl , CaF_2) ;
- creuzete de porțelan ;
- materiale de protecție : plăci de azbest, mănuși de azbest, ochelari etc.

b. Modul, etapele de lucru și ordinea operațiilor pentru efectuarea lucrării :

- se curăță creuzetul cuptorului de eventualele resturi de materiale sau zgură rămase de la topirile anterioare ;
- se cântărește 2 kg strunjitori și pilitură de cupru ;
- se încarcă în creuzet ;
- se ridică temperatura cuptorului treptat, pînă la temperaturi superioare temperaturii de topire, evînd grijă ca flacăra să fie cît mai oxidantă (flacăra transparentă) ;
- baia de cupru și respectiv așchiile nu se acoperă cu fondanți de protecție ;
- se cântărește materialul din baie după turnarea și răcirea cuptorului.

Topirea strunjiturii, așchiilor și piliturii de aliaje cu baza de aluminiu :

- se curăță creuzetul cuptorului de resturile de material sau zgură rămase de la topirile anterioare ;
- se cântărește 1 kg strunjitori și pilitură de aluminiu ;
- se încarcă în creuzet ;

- se ridică treptat temperatura cuptorului pînă la temperaturi superioare celei de topire, avînd grijă ca flacăra să fie cît mai oxidantă (flacăra transparentă) ;

- așchiile și pilitura nu se acoperă cu fondanți ;
- se observă că, practic așchiile și pilitura nu se topesc (nu formează baie).

După aceasta, pentru realizarea tehnologiei corecte de elaborare, se repetă operațiile menționate, cu următoarele modificări :

- se cîntărește și lot fondant (din greutatea șarjei) cu compoziție 75% NaCl și 25% CaF_2 , adică 75 g NaCl și 25 g CaF_2 ;

- se amestecă fondantul cu strunjiturile și materialul mărunt ;

- se încălzește și se topește de asemenea cu flacăra oxidantă ;

- se observă că se formează baie ;

- se cîntărește materialul topit după turnare și răcire.

Pentru cercetarea rezistenței peliculelor de oxizi și importanța prezentei acestora la suprafața componentelor încălzirii aliajelor neferoase se execută următoarele operații :

- se taie (din tablă de aluminiu, cu grosimea 0,5 - 1 mm), benzi înguste și anume :

- lățimea benzii 10 mm ;

- lungimea benzii 50, 60, 70, 80, 90, 100, 120, 130 mm ;

- se suspendă benzile cu unul din capete de o sîrmă de oțel ;

- se pune sub fiecare bandă suspendată, cîte un creuzet de portelan (care, în cazul că banda s-a topit, iar pelicula de oxizi nu e rezistentă greutateii proprii a lichidului din interiorul ei, să colecteze picăturile de aluminiu) ;

- se încălzește benzile în mediu oxidant (flacăra oxidantă) pînă la temperaturi superioare temperaturii de topire ;

- se va observa că unele benzi continuă să stîrne, iar metalul topit se strînge la partea inferioară a peliculei de oxizi ca într-o pungă ;

- se notează care a fost dimensiunea benzii a cărui peliculă a cedat sub greutatea lichidului din interiorul său.

c. Interpretarea rezultatelor și conținutul
referatului scris :

1. Se va întocmi fișa de garjă pentru fiecare tip de aliaj elaborat din încărcătură sub forma componentelor degeuri și colectări de mici dimensiuni (șpan, strunjături, pilitură, aşchii etc.), analizându-se critic fiecare etapă tehnologică, cu particularitățile lor în funcție de tipul aliajului elaborat și cu elementele generale, valabile în toate cazurile când încărcătura este formată din material mărunț.

Partea a II-a : APLICATII SI PROBLEME

Capitolul 5

CALCULUL CANTITATII DE DEZOXIDANT

Calculul cantității necesare de dezoxidant are ca bază conținutul de oxigen din baie, după topire ; considerăm , de exemplu, că la elaborarea unui bronz, după topire, s-a determinat în baie un conținut de 0,25% Cu_2O .

Cantitatea de oxizi de cupru în cursul elaborării în vederea dezoxidării, care se va efectua sub strat de fondant de protecție, se apreciază că va crește cu cca. 20%. Deci, luând în considerare și oxidarea suplimentară ce apare în cursul elaborării și menținerii băii lichide, cantitatea totală de oxid de cupru din topitură va fi de : $0,25 + 0,05 = 0,3\%$.

În acest caz în 100 g cupru va fi 0,3 g Cu_2O , sau

$$\frac{16 \cdot 0,3}{143} = 0,033 \text{ g oxigen. Cantitatea de oxigen din toată probea de cupru (3 kg) va fi de : } \frac{3000 \cdot 0,033}{100} = 0,990 \text{ g oxigen. (5.1)}$$

Pentru a lega tot oxigenul sub formă de P_2O_5 este necesar a consuma cantitatea de fosfor de :

$$\frac{62 \cdot 0,990}{80} = 0,76 \text{ g (5.2.)}$$

Observație : Greutatea atomică a oxigenului este 16, a cuprului 63,5, a fosforului 31. Greutatea moleculară a oxidului de cupru (Cu_2O) este 143. Pentru ca dezoxidarea să fie completă se ia fosforul în exces (cu 15 - 20%). În acest caz cantitatea necesară de fosfor va fi de 0,91 g.

Se calculează cantitatea de prealiaj necesară ; în cazul folosirii unui prealiaj Cu - P cu 11% P, va fi necesar :

$$\frac{0,91 \cdot 1000}{11} = 8,3 \text{ g prealiaj (5.3.)}$$

PROBLEMA 5.1.

Să se determine cantitatea de cupru fosforos necesară pentru dezoxidarea unei șarje de 5 kg cupru ; metelul, înainte de topire are un conținut de CuO_2 de 0,30%, iar în timpul topirii, cantitatea de oxizi crește cu 20%. Se folosește cupru fosforos, având 11% P.

PROBLEMA 5.2.

Pentru topirea unei șarje de 25 kg cupru se folosesc două categorii de lingouri topite în condiții diferite : 10 kg lingou de cupru, având 0,15% Cu_2O și 15 kg lingou de cupru cu 0,25% Cu_2O . Să se determine cantitatea de dezoxidant cupru fosforos cu 13% P necesar pentru legarea întregii cantități de oxigen sub formă de P_2O_5 , considerând că în cursul retopirii, cantitatea de Cu_2O din șarjă crește cu 20%.

PROBLEMA 5.3.

La topirea unei șarje de 30 kg cupru, s-a introdus pentru dezoxidare o cantitate de 60 g dezoxidant cupru fosforos cu 11% P. Cantitatea de Cu_2O din baie fiind de 0,3% în momentul dezoxidării, să se calculeze conținutul de oxigen remanent în aliaj după această operație.

PROBLEMA 5.4.

La retopirea unei șarje de 50 kg cupru cu un conținut inițial de 0,25% Cu_2O , în urma dezoxidării cu cupru fosforos (CuP_{11}), conținutul de Cu_2O a scăzut la 0,10%. Ținând cont de oxidarea suplimentară la retopire de 20%, să se calculeze cantitatea de dezoxidant, care s-a introdus în baie.

PROBLEMA 5.5.

La retopirea unei șarje de 30 kg cupru s-a folosit 20 kg lingou de cupru cu 0,35% Cu_2O și 10 kg lingou cu 0,15% Cu_2O . În urma dezoxidării cu cupru fosforos (CuP_{13}), conținutul de Cu_2O s-a redus în final la 0,05%. Să se calculeze cantitatea de dezoxidant introdusă în baie, ținând cont și de oxidarea suplimentară de 20% a metelului în timpul retopirii.

Capitolul 6

IDENTIFICAREA SI APRECIEREA STRUCTURII ALAMELOR SPECIALE PE BAZA COMPOZITIEI

Alamele complexe (speciale), cuprind toate aliajele care au ca bază sistemul cupru-zinc, la care s-au adăugat în mod intenționat și alte elemente de aliere, în scopul îmbunătățirii caracteristicii fizico-chimice și mecanice, fără ca aliajele să-și piardă caracterul lor de alame.

Deoarece conținutul acestor elemente de aliere este relativ mic (sub 5 - 10%), structura alamelor complexe este alcătuită în general din aceeași constituienți structurali ca și alamele binare (v. și Lucrarea 1.3.). Elementele de aliere se găsesc dizolvate în rețeaua cristalină a soluțiilor solide α sau β , modificând caracteristicile.

În mod practic se consideră că o parte din zinc se înlocuiește prin alte elemente de aliere, astfel încât raportul cantitativ dintre fazele α și β se schimbă, cu toate că se menține același conținut de cupru. Influența elementelor de aliere în alamele complexe este caracterizată după Guillet prin coeficientul de echivalență (K), care simbolizează că 1% din elementul respectiv produce în alamă același efect structural precum $K\%$ Zn.

Coeficienții de echivalență pentru principalele elemente de aliere întâlnite în alamele complexe, sînt :

Siliciu	: $K=10$	Cadmiu	: $K = 1$
Aluminiu	: $K=6$	Fier	: $K = 0,9$
Staniu	: $K=2$	Mangan	: $K = 0,5$
Magneziu	: $K=2$	Nichel	: $K = - 1,3$
Plumb	: $K=1$	Cobalt	: $K = - 0,1 \dots - 1,5$

Notînd cu $A, \%$, conținutul de cupru al aliajului stabilit pe cale analitică, și cu $a\%$ cantitatea de element de aliere, conținutul aparent de cupru, X , care determină microstructura, conform diagramei binare Cu - Zn, se stabilește cu relația :

$$X = \frac{100 \cdot A}{100 + a(K - 1)} \quad [\% \text{ cupru}] \quad (6.1.)$$

Exemplu :

O alamă complexă, conține 61% Cu, 37% Zn și 2% Al ; după conținutul de cupru, ar trebui ca structura să fie formată numai din soluție solidă α . Datorită însă deplasării echilibrului fazelor, condiționat de prezența aluminiului, structura rezultă conform conținutului aparent de cupru :

$$X = \frac{100 \cdot 61}{100 + 2(6 - 1)} = 55,5 \quad [\% \text{ Cu}] \quad (6.2.)$$

Conform diagramei de echilibru, structura va fi bifazică ($\alpha + \beta$).

În legătură cu conținutul de zinc, s-a introdus noțiunea de titlu real și titlu fictiv al aliajului, primul reprezentând conținutul de zinc determinat pe cale chimică, iar al doilea conținutul aparent de zinc, care determină microstructura.

Titlul fictiv, se poate calcula cu relația :

$$t = \frac{Z + \sum K \cdot a}{Z + A + K \cdot a} \cdot 100 \quad [\%] \quad (6.3.)$$

în care :

- t este titlul fictiv ;
- Z = conținutul real de zinc, % ;
- A = conținutul real de cupru, % ;
- a = cantitatea de element de aliere, % ;
- K = coeficient de echivalență.

Exemplu : Dacă într-o alamă α cu 70% și cu 30% Zn se substituie 2% Zn cu 2% Si, titlul fictiv va fi :

$$t = \frac{28 + (10 \times 2)}{20 + 70 + (10 \times 2)} \cdot 100 = 40,7 \quad \% \text{ Zn}$$

adică alama devine bifazică ($\alpha + \beta$).

PROBLEMA 6.1.

Să se determine conținutul aparent de cupru și să se precizeze structura alamei complexe conținând 70% Cu, 28% Zn și 2% Si.

PROBLEMA 6.2.

Să se stabilească fazele existente în microstructura unei alame complexe având compoziția : 70% Cu, 28% Zn, 2% Pb.

PROBLEMA 6.3.

Să se determine titlul fictiv și constituenții structurali la o alamă cu 70% Cu și 30% Zn, la care 4% Zn sînt substituite cu 4% Al.

PROBLEMA 6.6.

Să se determine titlul fictiv al alamei cu 60% Cu, 36% Zn, 1% Al, 1% Fe, 2% Mn, precizîndu-se microstructura aliajului.

PROBLEMA 6.5.

Să se determine conținutul aparent de cupru la o alamă cu 60% Cu, 38% Zn și 2% Ni.

PROBLEMA 6.6.

Să se calculeze conținutul aparent de zinc pentru o alamă complexă cu 70% Cu, 6% Al, 3% Fe, 1% Mn.

PROBLEMA 6.7.

Să se calculeze compoziția reală a unei alame speciale care trebuie să conțină 3% Al, 4% Mn, 1% Si și 2% Ni și care după structură trebuie să corespundă alamei binare cu 51% Cu și 49% Zn.

Capitolul 7

CALCULUL DE INCARCATURA

Pentru simplificare, calculul încărcăturii garjei la elaborarea aliajelor neferoase se face pentru 100 kg aliaj, în final cantitățile elementelor componente ale încărcăturii rezultate prin calcul multiplicându-se cu coeficientul de multiplicare K, pentru obținerea cantității de aliaj dorite.

Din datele inițiale ale problemei de calcul de încărcătură se cunosc următoarele elemente :

- tipul aliajului elaborat ;
- cantitatea necesară de aliaj și deci implicit valoarea coeficientului de multiplicare K ;
- tipul cuptorului de elaborare (cu creuzet sau cu vetră, electric sau cu flacără, tipul combustibilului utilizat etc) ;
- tipul de elemente componente ale încărcăturii disponibile și calitatea (gradul de puritate) acestora ; aceste elemente pot fi : metale și aliaje primare, noi, turnate în blocuri, prealiaje, aliaje secundare noi (turnate în blocuri) sau vechi (deșeuri, colectări, recirculat) ;
- din calitatea elementelor componente disponibile, rezultă și calitatea încărcăturii metalice propriu-zise : de calitate, compactă, neoxidată sau oxidată, impurificată, sub forma de bucăți de mici dimensiuni (materiale mărunte).

Calculul propriu-zis necesită următoarele etape :

1. Pe baza compoziției chimice admisibile cunoscute din enunțul problemei se stabilește o compoziție chimică medie, care se utilizează în calcule ; suma componentelor compoziției aliajului evident că trebuie să fie egală cu 100% ;

2. Pentru fiecare element component al încărcăturii se stabilește din datele din literatura de specialitate, ponderile specifice în funcție de următorii parametrii :

- tipul aliajului elaborat și tipul elementului chimic respectiv considerat (v. anexa 2o.1.) ;

- tipul constructiv al cuptorului (cu vatră sau creuzet), modul de încălzire (cu inducție, electric sau cu flacără) și caracteristicile încărcăturii metalice (v. anexa 2o.2.) ;

- tipul aliajului elaborat, tipul elementului chimic considerat, numărul de retopiri a elementelor încărcăturii (în cazul deșeurilor, recirculatelor), tipul combustibilului utilizat etc (v. anexa 2o.3.).

Pentru fiecare element chimic în parte, după cercetarea limitelor de variație ale pierderilor nerecuperabile la elaborare (arderilor specifice), analizate pe baza datelor empirice din literatura de specialitate se adoptă în final o ardere medie, care să stabilească necesarul de element chimic pur (puritate 100%), avându-se deci în vedere că în încărcătură cantitățile introduse trebuie să asigure compoziția chimică medie a băii și totodată să suplinească și pierderile nerecuperabile (arderile specifice).

Deci conținutul necesar dintr-un anumit component în încărcătură $\langle E_i \rangle$ va fi egal cu :

$$\langle E_i \rangle = \frac{[E_i] \cdot 100}{100 - A_{mE_i}} \quad (7.1.)$$

unde $\langle E_i \rangle$, pentru 100 kg aliaj elaborat, rezultă direct în kg ;

$[E_i]$ - conținutul elementului respectiv în baie, deci valoarea în % greutate din compoziția chimică medie, luată în calcul ;

A_{mE_i} - ardere medie adoptată, pe baza datelor empirice din literatură A_1, A_2, A_3 , în % .

Pe baza elementelor de încărcătură disponibile se stabilește fiecare element chimic component al aliajului sub ce formă se introduce : metal pur primar (bloc) prealiaj, aliaj secundar (degeu, recirculat).

Cantitățile de element component de puritate chimică (100%) ipotetic necesare se majorează în funcție de puritatea fiecăruia dintre ele ; în final aceste cantități necesare din fiecare component metalic al încărcăturii se majorează cu coeficientul de multiplicare K stabilit inițial.

Ca o verificare, suma maselor componentelor încărcăturii metalice trebuie să fie superioară cantității necesare de aliaj elaborat, tocmai cu valorile rezultate din mărimea arderii medii adoptate (pierderilor nerecuperabile) și cu gradul de puritate (tehnică) al fiecărei componente ; în continuare se prezintă un exemplu de calcul de încărcătură.

Să se calculeze necesarul de materiale metalice (încărcătura garjei) pentru elaborarea a 250 kg aliaj tip CuZn 35 Mn2FeAlNi (alamă specială, STAS 199/2 - 1973), elaborarea realizându-se într-un cuptor electric, cu creuzet, cu inducție și în depozit fiind disponibile următoarele :

- catodi de cupru electrolitic (STAS 270/1 - 80), cu 99,96% Cu (puritatea tehnică) ;
- blocuri de alamă (aliaj primar pentru retopire, STAS 199/2 - 1983) cu compoziția chimică reală : 54,5% Cu, 43,3% Zn, 1,0% Mn, 0,45% Fe, 0,75% Al ;
- prealiaj Cu-Mn, cu 37% Mn ;
- prealiaj Cu-Fe, cu 17% Fe ;
- prealiaj Cu-Al, cu 67% Al ;
- prealiaj Cu-Ni, cu 63% Ni ;
- plumb tehnic (STAS 663-76), de puritate 99,92%.

Compoziția chimică admisibilă a alamei elaborate, conform standardului de calitate menționat, este cuprinsă în limitele : 54 - 60% Cu , 0,1 - 1,0% Pb, 1,0 - 3,0% Mn, 1,0 - 2,0% Fe, 0,1 - 2,0% Ni, 0,1 - 2,0% Al și restul până la 100% zinc ; pe această bază se adoptă următoarea compoziție chimică medie, care se va lua apoi în calcul : 57% Cu, 0,1% Pb, 1% Mn, 1,9% Fe, 1,5% Ni, 1,1% Al și 37,4% Zn (evident suma componentelor este 100% sau pentru 100 kg aliaj elaborat, 100 kg elemente chimice pure : Cu, Pb, Mn, Fe, Ni, Al, Zn în cantități egale cu % masice respective).

În urma analizei datelor din literatura de specialitate, se adoptă următoarele arderi medii, urmînd ca după elaborarea propriu-zisă și efectuarea analizei chimice (deci valorile exacte ale compoziției chimice reale) să se realizeze corecțiile necesare : 3% pentru cupru, 5% pentru zinc, 2% pentru plumb, 0,5% pentru nichel, 2% pentru aluminiu, 1,5% pentru mangan și 5% pentru fier.

Necesarul de elemente chimice (metale pure) din încărcătură va fi :

$$\text{Cu} = \frac{\text{Cu} \cdot 100}{100 - \text{Am}_{\text{Cu}}} = \frac{57 \cdot 100}{100 - 3} = \frac{5700}{97} = 58,7628 \text{ kg}$$

$$\text{Zn} = \frac{\text{Zn} \cdot 100}{100 - \text{Am}_{\text{Zn}}} = \frac{37,4 \cdot 100}{100 - 5} = \frac{3740}{95} = 39,3684 \text{ kg}$$

$$\text{Pb} = \frac{\text{Pb} \cdot 100}{100 - \text{Am}_{\text{Pb}}} = \frac{0,1 \cdot 100}{100 - 2} = \frac{10}{98} = 0,1020 \text{ kg}$$

$$\text{Ni} = \frac{\text{Ni} \cdot 100}{100 - \text{Am}_{\text{Ni}}} = \frac{1,5 \cdot 100}{100 - 95} = \frac{150}{99,5} = 1,5075 \text{ kg}$$

$$\text{Mn} = \frac{\text{Mn} \cdot 100}{100 - \text{Am}_{\text{Mn}}} = \frac{1 \cdot 100}{100 - 1,5} = \frac{100}{98,5} = 1,0152 \text{ kg}$$

$$\text{Fe} = \frac{\text{Fe} \cdot 100}{100 - \text{Am}_{\text{Fe}}} = \frac{1,9 \cdot 100}{100 - 5} = \frac{190}{95} = 2,0526 \text{ kg}$$

$$\text{Al} = \frac{\text{Al} \cdot 100}{100 - \text{Am}_{\text{Al}}} = \frac{1,1 \cdot 100}{100 - 2} = \frac{110}{98} = 1,1224 \text{ kg}$$

Pentru verificare, suma componentelor sub forma metalelor chimic pure (100%) necesare obținerii a 100 kg alamei specială este de 103,9309 kg, diferența de 3,9309 kg reprezentînd cantitatea suplimentară în încărcătură, care să suplinească pierderile nerecuperabile.

Necesarul de elemente chimic pure vor fi introduse astfel :

- întreg necesarul de zinc se obține prin utilizarea alamei, sub formă de blocuri, care se retepește ;

- o parte din necesarul de Cu, Fe, Mn, Al și Ni sînt introduse odată cu alama blocuri ; diferența necesară se acoperă

ză prin utilizarea prealiajelor binare respective pe care le avem la dispoziție : Cu-Fe₁₇, Cu-Mn₃₇, Cu-Al₆₇, Cu-Ni₆₃ ;

- necesarul de cupru se acoperă din alama blocuri și prealiajele pe bază de cupru ; diferența față de necesarul total se completează cu catodii de cupru electrolitic, care conțin 99,96% Cu ;

- întreaga cantitate necesară de plumb se realizează prin utilizarea plumbului primar, blocuri, de puritate 99,92%.

Deci necesarul de 39,3684 kg zinc se obține din alama primară, blocuri :

100 kg alamă	43,3 kg Zn
x kg alamă blocuri	39,3684 kg Zn
	necesar sînt aduse de x kg

$$x \text{ kg alamă} = \frac{39,3684 \cdot 100}{43,3} = 90,92$$

Deci obținem prima componentă a încărcăturii $C_I = 90,92$ kg alamă, care pe lângă întreg necesarul de zinc, introduce și următoarele elemente :

$$\text{Cupru (alamă)} = 90,92 \times \frac{54,5}{100} = 49,5514 \text{ kg}$$

$$\text{Mangan (alamă)} = 90,92 \times \frac{1}{100} = 0,9092 \text{ kg}$$

$$\text{Fier (alamă)} = 90,92 \times \frac{0,45}{100} = 0,4091 \text{ kg}$$

$$\text{Aluminiu (alamă)} = 90,92 \times \frac{0,75}{100} = 0,6819 \text{ kg}$$

Adică 90,92 kg alamă sînt egale : 39,3684 kg Zn + 49,5514 kg Cu + 0,9092 kg Mn + 0,4091 kg Fe + 0,6819 kg Al ; între necesarul de elemente : cupru fier, mangan, aluminiu și cantitățile introduse de alama blocuri există următoarele diferențe :

Necesarul de element, kg	Cantități introduse de alamă blocuri, kg	Diferențe, care se introduc sub forma prealiajelor, kg
Fe : 2,0526	0,4091	1,6435
Mn : 1,0152	0,9092	0,106
Al : 1,1224	0,6819	0,4406
Ni : 1,5075	-	1,5075
Pb : 0,1020	-	0,1020

Necesarul de prealiaje :

Pentru introducerea 1,6435 kg Fe :

100 kg Cu - Fe₁₇ 17 kg Fe

X 1,6435 kg Fe

$$X = \frac{100 \cdot 1,6435}{17} = 9,6676 \text{ kg}$$

Componente C_{II} = 9,6676 kg prealiaj Cu-Fe₁₇ care aduce :
1,6435 kg Fe și

$$9,6676 - 1,6435 = 8,0241 \text{ kg Cu}$$

Pentru introducerea a 0,106 kg Mn :

100 kg Cu - Mn₃₇ 37 kg Mn

X 0,106 kg Mn

$$X = \frac{100 \cdot 0,106}{37} = 0,2864 \text{ kg}$$

Componenta C_{III} = 0,2864 kg prealiaj Cu - Mn₃₇ care

aduce : 0,106 kg Mn și

$$0,2864 - 0,1060 = 0,1804 \text{ kg Cu}$$

Pentru introducerea a 0,4406 kg Al :

100 kg Cu - Al₆₇ 67 kg Al

X 0,4406 kg

- 116 -

$$X = \frac{100 \cdot 0,4406}{67} = 0,6576 \text{ kg}$$

Componenta $C_{IV} = 0,6576 \text{ kg}$ prealiaj Cu-Al₆₇ care aduce :

0,4406 kg Al și

$$0,6576 - 0,4406 = 0,217 \text{ kg Cu}$$

Pentru introducerea a 1,5075 kg Ni :

100 kg Cu-Ni₆₃ 63 kg Ni

X 1,5075 kg

$$X = \frac{100 \cdot 1,5075}{63} = 2,3928 \text{ kg}$$

Componenta $C_V = 2,3928 \text{ kg}$ prealiaj Cu-Ni₆₃

care aduce : 1,5075 kg Ni și

$$2,3928 - 1,5075 = 0,8853 \text{ kg Cu}$$

Prealiajele de cupru, introduc diferența de fier, mangan, aluminiu și întreg necesarul de nichel, dar și o parte din cupru :

$$\begin{aligned} \text{Cu prealiaje} &= 8,0241_{\text{Cu-Fe}} + 0,1804_{\text{Cu-Mn}} + 0,217_{\text{Cu-Al}} + \\ &+ 0,8853_{\text{Cu-Ni}} = 9,3068 \text{ kg} \end{aligned}$$

Pentru cupru :

- necesarul de introdus = 58,7628 kg ;
- cuprul introdus de alame blocuri = 49,5514 kg ;
- cuprul introdus de prealiaje = 9,3068 kg ;
- diferența între necesar și cupru deja realizat în încălțatură :

$$\begin{aligned} \text{Cu}_{\text{încă.necesar}} &= 58,7628 - (49,5514 + 9,3068) = \\ &= 58,7628 - 58,7412 = 0,0216 \text{ kg} \end{aligned}$$

Această diferență se introduce sub formă de cupru catozi cu puritatea de 99,96 :

$$\text{Componenta } C_{VI} = \frac{0,0216}{0,9996} = 0,021608 \text{ kg}$$

Necesarul de plumb de 0,102 kg, se acoperă prin utilizarea blocurilor de plumb primar, de puritate 99,92% :

$$\text{Componenta } C_{VII} = \frac{0,102}{0,9992} = 0,10204 \text{ kg}$$

Componentele finale ale încărcăturii metalice pentru obținerea celor 250 kg alamă specială vor fi :

$$C_1 : \text{Alamă blocuri} : 90,92 \times 2,5 = 227,3 \text{ kg}$$

$$C_2 : \text{Prealiaj Cu-Fe}_{17} : 9,6676 \times 2,5 = 24,169 \text{ kg}$$

$$C_3 : \text{Prealiaj Cu-Mn}_{37} : 0,2864 \times 2,5 = 0,716 \text{ kg}$$

$$C_4 : \text{Prealiaj Cu-Al}_{63} : 0,6576 \times 2,5 = 1,644 \text{ kg}$$

$$C_5 : \text{Prealiaj Cu-Ni}_{63} : 2,3928 \times 2,5 = 5,982 \text{ kg}$$

$$C_6 : \text{Cupru catodi} : 0,021608 \times 2,5 = 0,0540 \text{ kg}$$

$$C_7 : \text{Plumb tehnic, blocuri} : \\ 0,10204 \times 2,5 = 0,2251 \text{ kg}$$

Total încărcătură = 260,090 kg, încărcătură necesară pentru realizarea a 250 kg alamă specială.

PROBLEMA 7.1.

Să se efectueze calculul de încărcătură pentru o șarjă de 50 kg alamă, cu următoarea compoziție chimică : Cu = 60% ; Pb = 2% ; Mn = 2% ; Zn = 36%. Pentru aliere cu mangan se folosește prealiaj Cu - Mn cu 20% Mn.

PROBLEMA 7.2.

Să se efectueze calculul de încărcătură pentru o șarjă de 50 kg alamă cu următoarea compoziție chimică : Cu = 56%, Fe = 1% ; Mn = 3% ; Zn = 40%. În încărcătură intră 50% alamă binară cu 70% Cu și 30% Zn, precum și prealiaje Cu-Fe cu 10% Fe și Cu-Mn cu 20% Mn.

PROBLEMA 7.3.

Să se calculeze încărcătura unei șarje de 30 kg bronz cu aluminiu conținând 9% Al, 1% Fe, 88% Cu.

Se folosesc prealiaje Al - Cu cu 35% Cu și Cu-Fe cu 10% Fe.

PROBLEMA 7.4.

Să se efectueze calculul de încărcătură pentru o șarjă de 40 kg aliaj de aluminiu cu 4% Si și 2% Mg (Al = rest). Se folosește pentru realizarea compoziției prealiaj Al - Si cu 12% Si.

PROBLEMA 7.5.

Să se calculeze încărcătura unei șarje de 50 kg aliaj de aluminiu cu 5% Si, 2% Cu ; se folosește prealiaj Al - Si cu 12% Si și prealiaj Al - Cu cu 35% Cu.

PROBLEMA 7.6.

Să se calculeze încărcătura unei șarje de 30 kg aliaj Al - Mg cu 60% Mg, folosind prealiaj Al-Mg cu 10% Mg.

PROBLEMA 7.7.

Să se calculeze încărcătura pentru o șarjă de 60 kg aliaj de aluminiu la o compoziție de 5,5% Si, 1,2% Cu, rest Al. La compunerea încărcăturii se folosesc și 10 kg aliaj AT Si 12 cu o compoziție de 12,5% Si, precum și prealiaj Al-Cu cu 33,5% Cu.

PROBLEMA 7.8.

Să se calculeze încărcătura pentru o șarjă de 50 kg alamă specială, cu compoziția de 6% Al, 3% Fe, 2,2% Mn, 65% Cu, restul Zn. Se folosesc prealiaje Cu-Fe cu 6% Fe, Cu-Mn cu 22,5% Mn și Cu - Ni cu 15% Ni.

Capitolul 8

CALCULUL COMPOZITIEI UNOR ALIAJE BINARE PE BAZA STRUCTURII METALOGRAFICE

Compoziția chimică a unor aliaje binare se poate determina pe baza raportului dintre fazele care apar în microstructura aliajului.

In cazul alamelor bifazice ($\alpha + \beta$) conținutul de cupru sau zinc se poate determina destul de precis, cu condiția ca proba de cercetat să fie răcită foarte încet, astfel încât din faza α să se precipite absolut întreaga cantitate de fază β .

Prin planimetrarea suprafețelor fazelor observate în microstructură, se calculează conținutul de zinc cu ajutorul formulei :

$$\text{Zn \% greutate} = \frac{38,7 A + 45,7 B}{100}, \text{ în care :}$$

- A este suprafața relativă din micrografie ocupată de fază α (în %) ;
- B = suprafața relativă din micrografie ocupată de fază β (în %) ;

Cifrele 38,7 și 45,7 reprezintă conținutul de zinc procentual în cristalele de fază α și respectiv de fază β .

Exemplu : Să se calculeze conținutul de zinc a unei alame binare, a cărei structură constă din 70% cristale α și 30% cristale β .

$$\text{Zn \%} = \frac{(38,7 \times 70) + (45,7 \times 30)}{100} = 40,80\% \quad (8.1.)$$

PROBLEMA 8.1.

Să se calculeze conținutul de zinc al unei alame binare, ce are structura formată din 60% cristale α și 40% cristale β .

PROBLEMA 8.2.

Să se determine compoziția chimică a unei alame complexe, care conțin 5% Al, 3% Fe și 2% Mn, iar microstructura este bifazică, formată din 70% cristale α și 30% cristale β .

PROBLEMA 8.3.

Să se calculeze supraîncălzirea provocată de efectul termic de formare a compușilor intermetalici în cazul unui aliaj Cu - Al cu 9% Al, știind că în cazul acestui aliaj, la introducerea aluminiului se va dezvolta o cantitate de căldură de 1,3 Kcal/atom gram.

Compoziția chimică a cuprului fosforos
(STAS 2270 - 75)

Marca și simbolul	Compoziția chimică, %		Impurități, % max.			
	P	Cu	Bi	Sb	Fe	Total impurități admise
Cu - P 13	13 ± 1	87 ± 1	0,002	0,002	0,75	0,4
Cu - P 11	11 ± 1	89 ± 1	0,002	0,002	0,75	0,4
Cu - P 9	9 ± 1	91 ± 1	0,005	0,1	0,25	0,8

Reactivi metalografici pentru metale și aliaje neferoase

A. CUPRU SI ALIAJE DE CUPRU

Nr. crt.	Destinația reactivului	Denumirea reactivului	Compoziția reactivului	Observații
1.	Punerea în evidență a macrostructurii	a) Clorură cuprică amoniacală	10 g clorură cuprică amoniacală ; 120 cm ³ apă	Se adaugă amoniac până ce precipitantul se redizolvă și culoarea devine albastru închis
		b) Clorură ferică	20 g clorură ferică; 6 cm ³ acid clorhidric; 100 cm ³ apă	Pentru cupru, alamă, bronz, bronz de aluminiu
		c) Acid azotic	40 cm ³ acid azotic 60 cm ³ apă	
2.	Reactiv general pentru punerea în evidență a microstructurii	a) Hidroxi de amoniu cu perhidrol	50 cm ³ hidroxid de amoniu ; 20-50 cm ³ perhidrol ; 50 cm ³ apă	Atac pentru punerea în evidență a limitelor și suprafeței grăunților
		b) Persulfat de amoniu	10 g persulfat de amoniu ; 9 cm ³ apă	Se prepară proaspăt înainte de utilizare
3.	Punerea în evidență a microstructurii bronzului de aluminiu	a) Amestec de acizi	50 cm ³ acid azotic; 20 g anhidridă cromică ; 30 cm ³ apă	

B. ALUMINIU SI ALIAJE DE ALUMINIU

Nr. crt.	Destinația reactivului	Denumirea reactivului	Compoziția reactivului	Observații
4.	Punerea în evidență a macrostructurii	a) Reactivul Tuckler	15 cm ³ acid fluorhidric; 45 cm ³ acid clorhidric; 15 cm ³ acid azotic; 25 cm ³ apă	Reactivii conținând acid fluorhidric se folosesc fiind ținuti în recipiente de părăfină, plumb, platină sau cauciuc vulcanizat
		b) Reactivul Keller	10 cm ³ acid fluorhidric; 15 cm ³ acid clorhidric; 25 cm ³ acid azotic; 50 cm ³ apă	
5.	Punerea în evidență a microstructurii	a) Acid fluorhidric	0,5 cm ³ acid fluorhidric; 40% ; 100 cm ³ apă	Reactiv general
		b) Soluție de hidroxid de sodiu	1 g hidroxid de sodiu; 100 cm ³ apă	Se prepară proaspăt înainte de utilizare
		c) Reactivul Villela	20 cm ³ acid fluorhidric 40% ; 10 cm ³ acid azotic; 30 cm ³ glicerină	
		d) Reactivul Dix-Keller	10 cm ³ acid fluorhidric; 15 cm ³ acid clorhidric; 25 cm ³ acid azotic; 950 cm ³ apă	Atac pentru suprafața grăunților la aliajele Al - Cu - Mg
		e) Anhidridă fosforică	9 g anhidridă fosforică (cristalizată); 100 cm ³ apă	Durată de atac 30 min; pentru punerea în evidență a Al ₃ Mg ₂ în aliajele Al - Mg

C. ZINC SI ALIAJE DE ZINC

Nr. crt.	Destinația reactivului	Denumirea reactivului	Compoziția reactivului	Observații
6.	Punerea în evidență a macrostructurii	a) Acid clorhidric	Acid clorhidric concentrat	Pentru zinc pur
		b) Reactivul Palmerton	20 g anhidridă cronică ; 1,5 g suldat de sodiu ; 100 cm ³ apă	
		c) Reactivul Schram	122 g hidroxid de potasiu ; 75 g cianură de potasiu ; 6,5 cm ³ acid critic ; 60 cm ³ soluție saturată de azotat de cupru ; 900 cm ³ apă	Faza bogată în zinc este colorată închis
7.	Punerea în evidență a macrostructurii	a) Acid clorhidric	5 cm ³ acid clorhidric ; 95 cm ³ alcool etilic	
		c) Acid azotic	1 cm ³ acid azotic ; 100 cm ³ alcool etilic	
		d) Reactivul Schram	Ca la 6 c)	

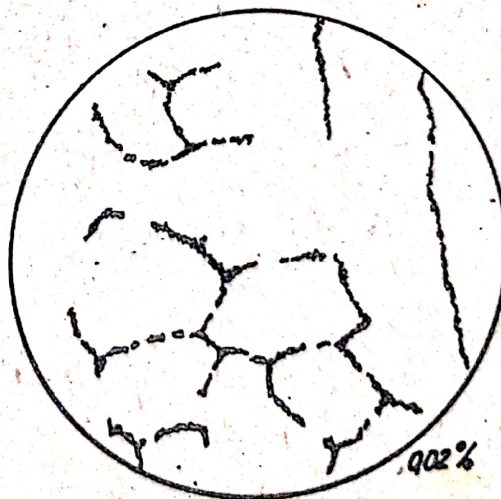
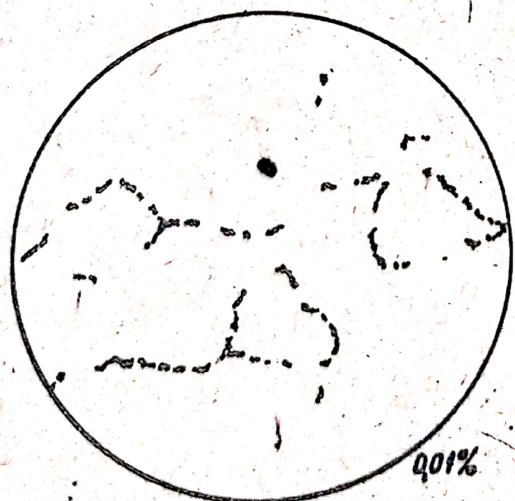
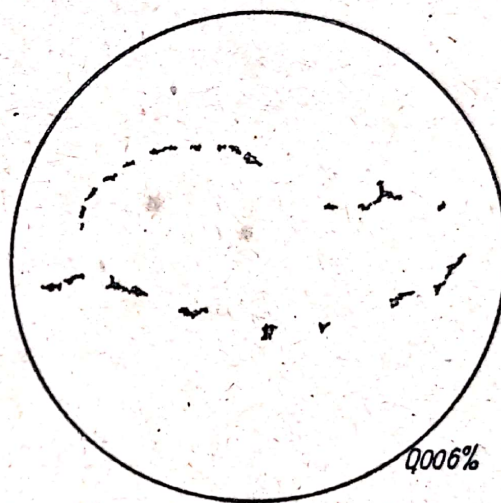
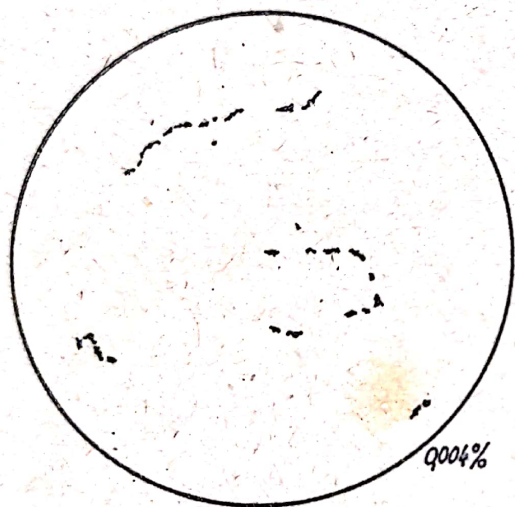
D. ALTE METALE SI ALIAJE

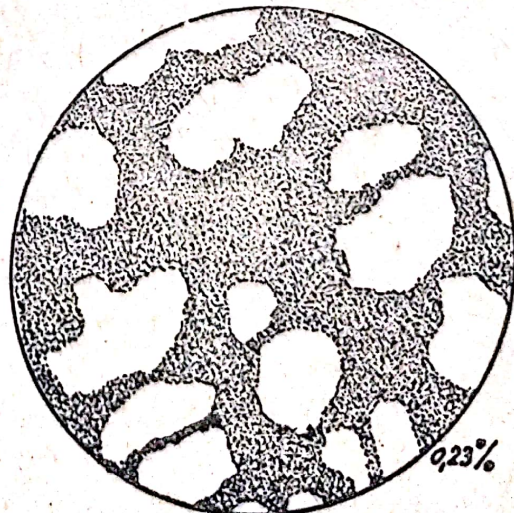
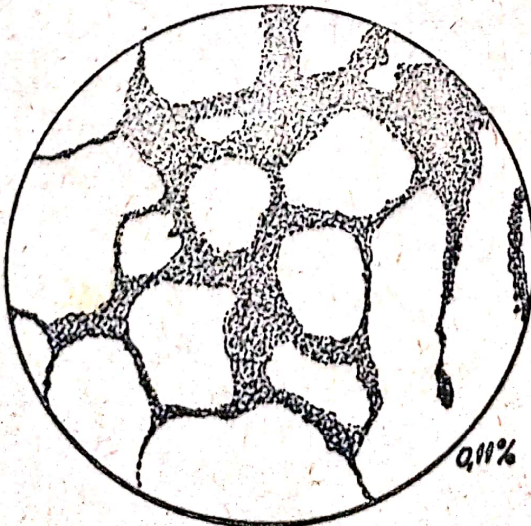
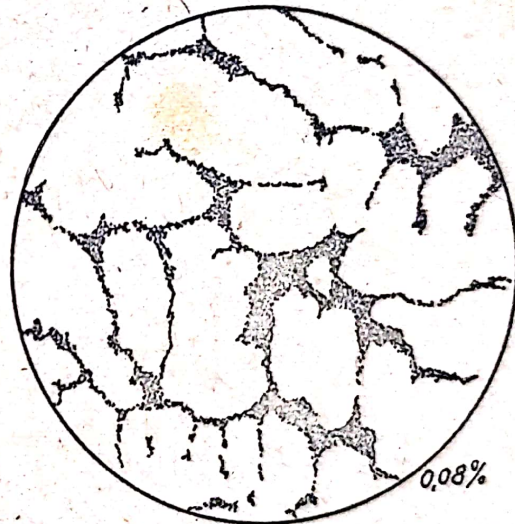
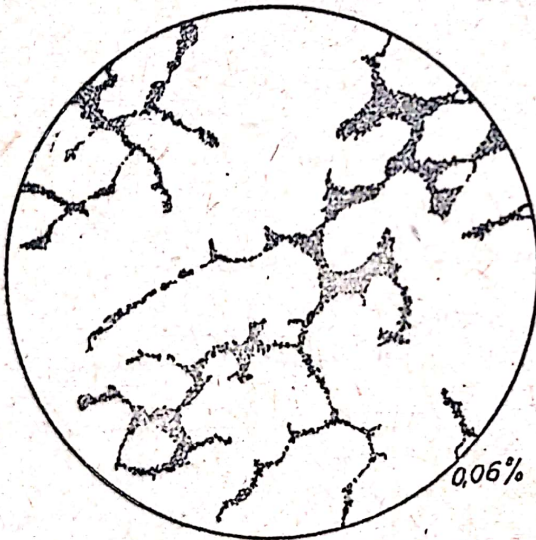
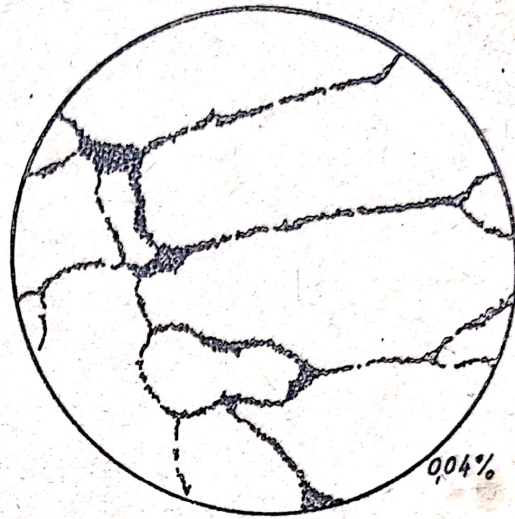
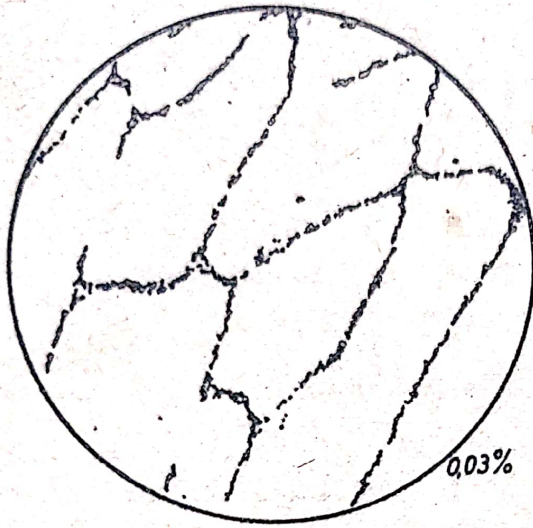
8.	Staniu și aliaje pe bază de staniu	a) Acid azotic	5 cm ³ acid azotic ; 95 cm ³ alcool etilic	Pentru staniu pur
		b) Amestec de acizi	10 cm ³ acid azotic ; 10 cm ³ acid acetic glacial ; 80 cm ³ glicerină	Pentru aliaje Sn-Pb, atac 1 - 10 min. 40°C.
		c) Clorură ferică	10 g clorură ferică ; 2 cm ³ acid clorhidric ; 90 cm ³ apă	

Anexa 2 (continuare)

Nr. crt.	Destinația reactivului	Denumirea reactivului	Compoziția reactivului	Observații
8.	Standiu și aliaje pe bază de staniu	d) Persulfat de amoniu acid tartric	10 g persulfat de amoniu; 10 g acid tartic ; 150 cm ³ apă	
		e) Persulfat de amoniu	95 cm ³ apă ; persulfat de amoniu - 5 cm ³	

ETALOANE PENTRU DETERMINAREA PE CALE METALOGRAFICĂ A
CONȚINUTULUI DE OXIGEN DIN CUPRU.





Metale neferoase turnate în blocuri

Metalul	Marca	Caracteristici chimice, %	Marcaje și observații
1	2	3	4
Aluminiu primar STAS 7607/1-80 și STAS 7607/2-79	Al 99,99	A-Aluminiu de înaltă puritate 99,99% Al 0,01% total impurități	0 cruce roșie
	Al 99,95	99,95% Al 0,09% impurități	0 cruce verde
	Al 99,90	99,90% Al 0,10% impurități	0 cruce galbenă
	Al 99,8	B-Aluminiu tehnic 99,8% Al 0,20% impurități	0 dungă albă
	Al 99,7	99,7% Al 0,30% impurități	0 dungă galbenă
	Al 99,6	99,6% Al 0,40% impurități	0 dungă albastră
	Al 99,5	99,5% Al 0,50% impurități	0 dungă roșie
	Al 99,3	99,3% Al 0,70% impurități	0 dungă verde
	Al 99,0	99,0% Al 1,0% impurități	0 dungă nero
	Al E	99,5% Al 0,5% impurități	0 dungă neagră
Bismut STAS 8906-76	Bi 99,95	99,95% Bi 0,05% impurități	0 dungă albă
	Bi 99,90	99,90% Bi 0,10% impurități	0 dungă roșie
	Bi 99,00	99,00% Bi 1,0% impurități	0 dungă galbenă

Anexa 4 (continuare)

1	2	3	4
Cadmium STAS 8615-76	Cd 99,98	99,98% Cd 0,02% impurități	Blocuri de 0,5 - 5 kg
	Cd 99,95	99,95% Cd 0,05% impurități	"
	Cd 99,85	99,85% Cd 0,15% impurități	"
	Cd 99,65	99,65% Cd 0,35% impurități	"
Crom metalic STAS 7386-75	Cr 99,0	99,0% Cr	Bucăți ambalate în containere
	Cr 98,5	98,5% Cr	"
	Cr 98,0	98,0% Cr	"
	Cr 97,0	97,0% Cr	"
Cupru STAS 270/1-80	Cu 99,98 b	99,98% Cu	Cupru fără oxigen, turnat continuu
	Cu 99,97 b _I	99,97% Cu	
	Cu 99,97 b _{II}	99,97% Cu	
	Cu 99,95	99,95% Cu	Cupru turnat continuu
	Cu 99,97 K	99,97% Cu	Cupru electrolitic în catozi
	Cu 99,95 K	99,95% Cu	Cupru electrolitic în catozi sau plăci
	Cu 99,9	99,90% Cu	Cupru obținut prin retopirea catozi- lor
	Cu 99,9 P	99,90% Cu	Cupru dezoxidat cu fosfor
	Cu 99,5	99,50% Cu	Cupru obținut prin retopirea deșeurilor

1	2	3	4
Magneziu tehnic primer STAS 10273-75	Mg 99,96	99,96% Mg 0,04% impurități	max. 0,01% Na
	Mg 99,95	99,95% Mg 0,05% impurități	max. 0,005% K
	Mg 99,90	99,90% Mg 0,10% impurități	max. 0,005% K
Mangan metalic STAS 7387-81	Mn 99,95	0,05% impurități	obținut prin electroliză
	Mn 99,70	0,30% impurități	"
	Mn 95,00	5% impurități	obținut prin electrotermie
	Mn 93,00	7% impurități	"
Nichel primer STAS 10502-76	Ni 99,99	99,99% Ni	catozi
	Ni 99,95	99,95% Ni	catozi
	Ni 99,80	99,80% Ni	catozi, blocuri și granule
	Ni 99,50	99,50% Ni	catozi
	Ni 98,6	98,60% Ni	catozi, blocuri și granule
	Ni 97,6	97,60% Ni	granule și lingouri
Plumb STAS 663-76	Pb 99,995	99,995% Pb 0,005% impurități	0 dungă albă
	Pb 99,990	99,99% Pb 0,01% impurități	Trei dungă roșii
	Pb 99,98	99,98% Pb 0,02% impurități	Două dungă roșii

Anexa 4 (continuare)

1	2	3	4
	Pb 99,96	99,96% Pb 0,04% impurități	0 dungă roșie
	Pb 99,85	99,85% Pb 0,15% impurități	0 dungă albastră
Siliciu tehnic STAS 9675-80	Si 99,2	99,20% Si 0,8% impurități	La toate mărci- le se admite un conținut maxim de : 0,3% Ti 0,2% C 0,0025% S 0,01% P
	Si 98,8	98,8% Si 1,2% impurități	
	Si 98,5	98,5% Si 1,5% impurități	
	Si 98,0	98,0% Si 2,0% impurități	
	Si 97,0	97,0% Si 3,0% impurități	
	Si 95,5	95,5% Si 4,5% impurități	
Staniu STAS 10309-75	Sn 99,9	99,9% Sn 0,1% impurități	Se livrează în blocuri de 5 - 40 kg
	Sn 99,565	99,565% Sn 0,435% impurități	
	Sn 99,0	99,0% Sn 1,0% impurități	
	Sn 98,4	98,4% Sn 1,6% impurități	
	Sn 96,35	96,35% Sn 3,65% impurități	
Stibiu STAS 10262-72	Sb 99,99	99,99% Sb 0,01% impurități	Se livrează în blocuri
	Sb 99,90	99,80% Sb 0,10% impurități	
	Sb 99,60	99,60% Sb 0,40% impurități	
	Sb 99,50	99,50% Sb 0,50% impurități	

1	2	3	4
Stibiu STAS 10262-72	Sb 99,0	99,0% Sb 1,0% impurități	Se livrează
	Sb 98,3	98,3% Sb 1,70% impurități	în blocuri
	Sb 97,5	97,5% Sb 2,5% impurități	
Zinc STAS 646-76	Zn 99,99	99,99% Zn 0,01% Zn impurități	
	Zn 99,95	99,95% Zn 0,05% impurități	Se livrează
	Zn 98,6	98,6% Zn 1,4% impurități	în blocuri
	Zn 98,5	98,5% Zn 1,5% impurități	și plăci
	Zn 97,5	97,5% Zn 2,5% impurități	

Aliaje neferoase turnate în blocuri,
(utilizate pentru elaborarea aliajelor
secundare turnabile) standardizate în
R.S.R.

Nr. crt.	Aliajul turnat	Norma de celitate
1.	Aliaje Cu - Sn (bronzuri)	STAS 197/1 - 80
2.	Aliaje Cu - Al (bronzuri)	STAS 198/1 - 80
3.	Aliaje Cu - Zn (alame)	STAS 199/1 - 83
4.	Aliaje cu baza de aluminiu	STAS 201/1 - 80

Aliaje neferoase turnate în piese,
standardizate în R.S.R.

nr. crt.	Aliajul turnat	Norma de calitate
1.	Aliaje Cu-Sn, cu sau fără plumb	STAS 197/2 - 83
2.	Aliaje Cu-Pb-Sn	STAS 1512 - 80
3.	Aliaje Cu - Al	STAS 198/2 - 81
4.	Aliaje Cu - Zn (alame)	STAS 95-75; STAS 204-68 STAS 199/2 - 83
5.	Aliaje cu baza de zinc	STAS 6925/2 - 77
6.	Bronzuri cu staniu	STAS 203 - 75 STAS 93 - 76
7.	Aliaje Sn - Pb - Al	STAS 202 - 80
8.	Aliaje cu bara de aluminiu	STAS 201/2 - 80
9.	Aliaje tipografice cu baza de Sn, P	STAS 4440-76
10.	Aliaje Cu - Zn - Ni (alame tip elpaca)	STAS 1096 - 74
11.	Aliaje cu baza de staniu	STAS 646 - 76

Aliaje cupru - staniu, turnate în blocuri (STAS 197/1 - 80)

Nr. crt.	Marca aliajului	Compoziția chimică, %					Total impuri- tăți admise
		Sn	Zn	Pb	Ni	Cu	
1.	Cu Sn 14 T	13 - 15	-	-	-	rest	1,3(exclusiv Ni,Pb)
2.	Cu Sn 12 T	11 - 13	-	-	-	rest	1,3(exclusiv Sb,Pb)
3.	Cu Sn Ni 2 T	11 - 13	-	-	1,5 - 2	rest	1,3(exclusiv Ni,Pb)
4.	Cu Sn 10 T	9 - 11	-	-	-	rest	1,3(exclusiv Ni,Pb)
5.	Cu Sn 10 Zn 2 T	9 - 11	1-3	-	-	rest	1,0(exclusiv Pb)
6.	Cu Sn 9 Zn 5 T	8 - 10	3-7	-	-	rest	1,0(exclusiv Ni,Pb)
7.	Cu Sn 6 Zn 4 Pb 4 T	5 - 7	2,5-5,5	3 - 5	-	rest	1,3(exclusiv Ni)
8.	Cu Sn 5 Zn 5 Pb 5 T	4 - 6	4,0-6,5	4 - 6	-	rest	1,3(exclusiv Ni)
9.	Cu Sn 4 Zn 4 Pb 17 T	3,5-5,5	2,5-6	14 - 20	-	rest	1,3(exclusiv Ni)
10.	Cu Sn 3 Zn 12 Pb 4 T	2 - 4	11 - 13	3 - 6	-	rest	1,3(exclusiv Ni)

Aliaje cupru - zinc (alame) turnate în blocuri (STAS 199/1 - 83)

Nr. crt.	Marca aliajului	Cimpoziția chimică, %							Total impuri- tăți admise	Marcare
		Cu	Pb	Mn	Fe	Al	Sn	Zn		
1.	CuZn40Pb	57-61	0,6-1,9	-	-	-	-	rest	2,0	0 dungă albă
2.	CuZn33Pb2	63-70	1 -2,8	-	-	-	-	rest	3,0	0 dungă roșie
3.	CuZn32Pb2	65-70	1 -2,8	-	-	-	-	rest	1,5	Două dungi roșii
4.	CuZn40PbSn	58-63	0,8-1,75	-	-	-	0,5-1,2	rest	1,0	Două dungi roșii și o dungă neagră
5.	CuZn40Mn2Al	53-59	-	1,5-2,8	0,2-0,5	0,5-1,0	-	rest	2,0	Două dungi roșii și două dungi negre
6.	CuZn38Pb2Mn2	57-60	1,5-2,5	1,5-2,5	-	-	-	rest	2,5	0 dungă neagră
7.	CuZn35Mn2FeAlNi	54-60	0 -1,0	1,0-3,0	1,0-2,0	0 - 2,0	-	rest	1,5	Două dungi negre
8.	CuZn40Mn3Fe	53-80	-	3,0-4,0	0,5-1,5	-	-	rest	2,0	0 dungă roșie și o dungă neagră
9.	CuZn30Al5Fe3Mn2	64-68	-	1,5-3,5	2,0-0,5	4,5-7,5	-	rest	1,0	Două dungi negre și o dungă roșie

Aliaje cupru-aluminiu, turnate în blocuri (STAS 198/1-80)

Nr. crt.	Marca Aliajului	Compoziția chimică, %					Total impurități admise	Marcare
		Al	Fe	Ni	Mn	Cu		
1.	CuAl9T	6,5-10	-	-	-	rest	0,6 exclusiv Mn, Fe, Ni	0 cruce verde
2.	CuAl9Fe3T	6,5-10,5	2-4	-	-	rest	0,8 exclusiv Sn	0 cruce verde și una roșie
3.	CuAl10Fe3T	9 -11	2-4,5	-	-	rest	0,5 exclusiv Mn, Ni	0 cruce verde și două roșii
4.	CuAl9Fe5Ni5T	8,5-10,7	4-6	4-6,5	max. 1,5	rest	0,5	0 cruce verde, una roșie și una verde
5.	CuAl10Mn2T	8-10	-	-	1,5- 2,5	rest	2,4 exclusiv Ni	Două cruci verzi și una roșie

Aliaje de aluminiu, turnate în blocuri (STAS 201/1 - 80)

Nr. crt.	Marca aliajului	Compoziția chimică, %							Total impurități admise
		Cu	Si	Mn	Mn	Ni	Ti	Al	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I. Aliaje provenite din recuperări și deșeuri									
1.	ATO	-	-	-	-	-	-	90	10
2.	AT1	-	-	-	-	-	-	(Al+Fe+Si) 90%	10
II. Aliaje cu element principal de aliere - CUPRU									
3.	AT Cu4	3,0-5,0	-	-	-	-	-	rest	0,4
4.	AT Cu4Si	3,5-5,5	0,7-1,5	-	-	-	-	rest	0,15
5.	AT Cu4Si4	3,5-5,0	3,0-5,0	-	0,2-0,6	-	-	rest	0,4
6.	AT Cu4MgTi	4,0-5,0	-	0,2-0,35	-	-	0,1-0,35	rest	0,15
7.	AT Cu4Ni2Mg	3,5-4,5	-	1,2-1,8	-	1,7-2,3	-	rest	0,15
8.	AT Cu6Si5	5,0-7,5	5,0-6,0	0,2-0,6	-	-	-	rest	0,8
9.	AT Cu8	7,0-8,5	-	-	-	-	-	rest	0,4
10.	AT Culo	9,0-11,0	-	-	-	-	-	rest	0,3
11.	AT Cu 10 Mg	9,0-11,0	-	0,2-0,4	-	-	-	rest	0,5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
III. Aliaje cu element principal de aliere - SILICIU									
12. AT Si2Mg	-	1,8-2,3	0,75-0,75	0,6-0,8	-	-	-	rest	0,15
13. AT Si4	-	3,5-5,0	-	-	-	-	-	rest	0,15
14. AT Si4Mg	-	3,5-5,0	0,4-0,9	0,3-0,8	-	-	-	rest	0,15
15. AT Si5Cu1	1,0-1,5	4,5-5,5	0,3-0,6	-	-	-	-	rest	0,15
16. AT Si5Cu2	1,5-3,5	4,0-6,0	0,2-0,8	0,2-0,8	-	-	-	rest	0,3
17. AT Si6Cu4	3,0-5,0	5,0-3,0	-	0,2-0,6	-	-	-	rest	0,2
18. AT Si7Mg	-	6,5-7,5	0,2-0,5	-	-	-	-	rest	0,15
19. AT Si7MgTi	-	6,5-7,5	0,4-0,6	-	-	0,1-0,2	-	rest	0,15
20. AT Si7MgCu	0,2-2,0	6,0-6,0	0,2-0,5	-	-	-	-	rest	0,3
21. AT Si7Cu2	1,5-2,5	6,5-8,0	0,2-0,6	0,2-0,5	-	-	-	rest	0,3
22. AT Si8Cu3	2,0-4,0	7,0-9,5	-	0,2-0,6	-	-	-	rest	0,4
23. AT Si8Cu3Fe	2,0-4,0	3,0-9,0	-	-	-	-	-	rest	0,5
24. AT Si8Cu3Mn	2,0-4,0	7,5-9,5	-	-	0,5-1,5	-	-	rest	0,3
25. AT Si9	-	9,0-10,0	0,4-0,6	-	-	-	-	rest	0,3
26. AT Si9Cu3Mg	3,0-4,0	8,0-9,5	0,1-0,5	-	-	-	-	rest	0,4
27. AT Si10Mg	-	9,0-11,0	0,2-0,5	0,2-0,6	-	-	-	rest	0,15
28. AT Si10MgCu3Mn	3,0-4,0	9,0-11,5	1,0-0,5	0,2-0,5	-	-	-	rest	0,3
29. AT Si10Cu4	3,0-4,5	9,5-11,5	-	-	-	-	-	rest	0,3
30. AT Si 12	-	11-13,5	-	0,2-0,5	-	-	-	rest	0,15
31. AT Si12Fe	-	11-13,0	-	-	-	-	-	rest	0,2

Anexa 10 (continuare)

1	2	3	4	5	6.	7	8	9	10
32. AT Si12MnFe	-	11-13,5	-	0,2-0,5	-	-	-	rest	0,3
33. AT Si12MgFe	-	11-13,25	0,2-0,6	0,2-0,6	-	-	-	rest	0,2
33. AT Si12CuMgNi	0,6-1,5	11-13,0	1,0-1,5	0,2-0,5	0,2-1,3	-	-	rest	0,15
IV. Aliaje cu element principal de aliere - MAGNEZIU									
35. AT Mg3Si	-	1,0-2,0	2,5-4,5	0,3-0,6	-	-	-	rest	0,15
36. AT Mg6	-	-	5,0-7,5	-	-	-	-	rest	0,15
37. AT Mg6Fe	-	-	5,0-7,5	-	-	-	-	rest	0,3
38. AT Mg9Si	-	1,0-2,0	7,5-10,0	-	-	-	-	rest	0,15
V. Aliaje cu element principal de aliere - ZINC									
39. AT Zn5Mn	-	-	0,3-0,6	-	-	4,5-6,0 Zn	rest	0,15	
40. AT Zn10Si7	-	6,0-8,0	0,1-0,3	-	-	7,0-12,0 Zn	rest	0,2	
41. AT Zn10Si7Fe	-	6,0-8,0	0,1-0,3	-	-	7,0-12,0 Zn	rest	0,2	

Aliaje de zinc, în blocuri, pentru turnarea sub presiune
(STAS 6925/1 - 76)

nt. crt.	Marca aliajului	Compoziția chimică, %					Impurități, % max.				Marcare
		Al	Cu	Mg	Zn	Fe	Pb	Cd	Sb	Total	
1.	ZnAl4T	3,5-4,5	max. 0,03	0,03- 0,06	rest	0,075	0,009	0,003	0,001	0,15	0 dungă albă
2.	ZnAl34Cu1T	3,5-4,3	0,75- 1,25	0,03- 0,06	rest	0,075	0,005	0,003	0,001	0,15	0 dungă albastră

Tipuri de aliaje neferoase provenite din
colectări, deșeuri) (STAS 3017-78)

Grupa și sortimentul	Simbol	Starea
1	2	3
Materiale secundare și deșeuri de CUPRU	Cu/B-1	
	Cu/B-2	Bucăți
	Cu/B-3	
	Cu/b-1	
	Cu/b-2	Așchii
	Cu/b-3	
	Cu/Ox-1	Oxizi, zgure
	Cu/C-1	Cetozi
Materiale secundare și deșeuri din ALAME	CuZn/B-1	
	CuZn/B-2	
	CuZn/B-3	
	CuZn/B-4	Bucăți
	CuZn/B-5	
	CuZn/B-6	
	CuZn/S-1	
	CuZn/S-2	Așchii
	CuZn/S-3	
Materiale și deșeuri de CUPRU-STANIU (BRONZ CU STANIU)	CuSn/B-1	
	CuSn/B-2	Bucăți
	CuSn/B-3	
	CuSn/B-4	
	CuSn/S-1	
	CuSn/S-2	Așchii
	CuSn/S-3	
	CuSn/S-4	

1	2	3
Materiale și deșeuri de CUPRU-ALUMINIU	CuAl/B-1	
	CuAl/B-2	Bucăți
	CuAl/S-1	
	CuAl/S-2	Așchii
	CuAl/S-3	
Materiale secundare și deșeuri de CUPRU- NICHEL-ZINC	CuNiZn/B-1	
	CuNiZn/B-2	Bucăți
	CuNiZn/S-1	
	CuNiZn/S-2	Așchii
Materiale secundare și deșeuri din aliaje de ALUMINIU	Al/B-1 ... Al/B-6	
	A Al/B-1...A Al/B-12	Bucăți
	Al/S-1	
	A Al/S-1... A Al/S-8	Așchii
Materiale secundare și deșeuri de ZINC și aliaje de ZINC	A Al/Ox-1	Oxizi, cenuși
	A Al/Ox-2	și zgure
	Zn/B-1	
	Zn/B-2	Bucăți
	Zn/B-3	
	Zn/S-1	Așchii de zinc
	Zn/Ox-1...Zn/Ox-8	Oxizi, cenuși, zgure
Materiale secundare și deșeuri de plumb	Pb/B-1...Pb/B-8	Bucăți
	Pb/Ox-1...Pb/Ox-5	Oxizi de plumb
Materiale secundare și deșeuri de STANIU	Sn/B-1...Sn/B-6	Bucăți
	Sn/Ox-1	Oxizi de staniu

Compozițiile chimice ale prealiajelor utilizate
la elaborarea aliajelor neferoase

Nr. crt.	Tipul prealiaju- lui	Compoziția chimică medie, %			Temperatura de topire, °C
		Elementul de bază	Elementul de aliere principal	Elementul de aliere secundar	
0	1	2	3	4	5
1.	Al-Be	Al-97	Be-3	-	800
2.	Al-Ca	Al-74	Ca-26	-	500-1080
3.	Al-Co	Al-92	Co-8	-	-
4.	Al-Cu	Al-67	Cu-33	-	548
5.	Al-Cu	Al-50	Cu-50	-	580
6.	Al-Cu-Fe	Al-70	Cu-20	Fe-10	830
7.	Al-Cu-Mn	Al-50	Cu-40	Mn-10	650
8.	Al-Fe	Al-50	Fe-10	-	830
9.	Al-Fe	Al-80	Fe-20	-	1020
10.	Al-Mg	Al-90	Mg-10	-	600
11.	Al-Mg-Mn	Al-70	Mg-20	Mn-10	580
12.	Al-Mg-Be	Al-70	Mg-25	Be-3	800
13.	Al-Mg-Be	Al-55	Mg-40	Be-5	600
14.	Al-Mn	Al-90	Mn-10	-	780
15.	Al-Mn	Al-80	Mn-20	-	920
16.	Al-Ni	Al-80	Ni-20	-	780
17.	Al-Ni-Cu	Al-50	Ni-40	Cu-10	670
18.	Al-Si	Al-85	Si-15	-	640
19.	Al-Si	Al-75	Si-25	-	750
20.	Al-Si	Al-50	Si-50	-	1090
21.	Al-Si-Co	Al-81	Si-12	Co-7	720
22.	Al-Si-Mn	Al-83	Si-10	Mn-7	-
23.	Al-Ti	Al-96	Ti-4	-	700
24.	Al-Ti	Al-90	Ti-10	-	1100-1200
25.	Cu-Be	Cu(93-95)	Be(7-5)	-	900
26.	Cu-Cd	Cu-72	Cd-28	-	900
27.	Cu-Cr	Cu-90	Cr-10	-	-



Anexa 13 (continuare)

0	1	2	3	4	5
28. Cu-Fe	Cu(90-95)	Fe(5-10)	-	-	1450
29. Cu-Mn	Cu-73	Mn-27	-	-	860
30. Cu-Ni	Cu (67-85)	Ni (15-33)	-	-	1050
31. Cu-Si	Cu-84	Si-16	-	-	800
32. Cu-Si	Cu-75	Si-25	-	-	1000
33. Cu-Sb	Cu-50	Sb-50	-	-	680
34. Cu-Sn	Cu-50	Sn-50	-	-	780
35. Cu-Ti	Cu-96	Ti-4	-	-	1080
36. Cu-Ti	Cu-70	Ti-30	-	-	875-900
37. Cu-Zr	Cu-65	Zr-35	-	-	1115
38. Cu-Zr	Cu-50	Zr-50	-	-	890-900
39. Mg-Al	Mg-70	Al-30	-	-	450
40. Mg-Mn	Mg-90	Mn-10	-	-	780
41. Si-Ca	Si-62	Ca-38	-	-	980-1200
42. Si-Al-Ca	Si+(38-42)	Al+(37-45)	Ca+ (18-22)	-	830-880
43. Si-Ca-Al	Si+(55-60)	Ca+(27-30)	Al+ (10-15)	-	500-970
44. Si-Ca-Al	Si+(53-55)	Ca+(22-25)	Al+ (8-24)	-	880-940
45. Si-Ca-Mg	Si+(53-55)	Ca+(22-35)	Mg+(10-12)	-	1000-1250
46. Si-Sb-Ni	Si-60	Sb-30	Ni-10	-	-
47. Ti-Al	Ti+(60-62)	Al+(38-40)	-	-	1440-1470
48. V-Al	V+(83-85)	Al+(15-16)	-	-	1840-1860
49. Zn-Al	Zn-95	Al-5	-	-	385
50. Zn-Fe	Zn-95	Fe-5	-	-	-
51. Zn-Mg	Zn-55	Mg-45	-	-	350
52. Al-Cu	Al-40	Cu-60	-	-	648
53. Al-Zn	Al-50	Zn-50	-	-	560
54. Al-Cu-Ti	Al-83	Cu-14	Ti-3	-	650
55. Al-Mg-Ti	Al-79	Mg-18	Ti-3	-	725
56. Cu-P	Cu(99-93)	P(1-7)	-	-	900-1020
57. Cu-P	Cu(87-91)	P(9-13)	-	-	790-900

Modificatori pentru aliajele neferoase turnate în piese

Tipul aliajului turnat	Elementul modificator	Cantitatea utilizată, %	Starea în care se utilizează	Producătorul x)
1	2	3	4	5
Cu - Sn	Zr	0,01-0,1	Prealiaj Cu-Zn	I.M.V.
	B	0,005-0,5	Prealiaj Cu-B	I.M.V.
	B + Fe	(0,005-0,5)B + 0,15 F	Prealiaj Cu-B și Fe	I.M.V.
	Zr + B	0,1 Zr+0,05 B	Prealiaj Cu-Zr și Cu-B	I.M.V.
Cu - Al	V	0,2		
	V+B	0,05 V + 0,023	Pulberi ambalate în tuburi meta- lice	Import
	MnB	2 Tubes E la 50 kg aliaj		
Cu-Sn- Zn-Pb	B+Ti	0,02B+0,04 Ti	Prealiaje Cu-B, Cu-Zr, Cu-Ti și pulbere de	I.M.V. și Import
	B+V	0,05B+0,05 V	vanadiu	(pulberea de vanadiu)
	Zr + B	0,1 Zr+0,05 B		
Cu-Ni	Mg+B+Mn	1 Tubes A6 la 50 kg aliaj	Pulbere în tuburi	Import (Foseco)

1	2	3	4	5
Cu - Zn	V + B	0,02 V + 0,02 B	Prealiale	I.M.V.
	Ti + B	0,05 Ti + 0,05 B	Cu-B, Cu-Ti și pulbere de vanadiu	Import (pulberea de vanadiu)
Al - Cu	Ti + B	0,03 Ti + 0,05 B	Prealiale	
	Zr	0,1 Zr	Al-Ti-B	I.M.V.
	Ti+B	0,2 - 0,3	Prealiale Al-Ti	
Al - Mg			Pastile AFINAL	S.M.A.T.O.
	Ti+B	0,04 Ti+0,03 B		
	Li	0,1 Li	Prealiale Al-Ti-B	I.M.V.
Al - Si	Na	0,4 - 0,5	Sare LiCl	Import
	Na	0,4 - 0,5		
	Na (aliaj hipo- eutectic și eutectic)	0,5 - 1,5	pastile MODAL	S.M.A.T.O.
	Na (aliaj hipo- eutectic și eutectic)	0,5 - 1,4	pastile MODAL	S.M.A.T.O.
Al - Si	Na	0,5 - 1,4	pulbere ALSIM sau bloc ALSIM (1 bloc la 300 kg aliaj)	Import
	Na	0,3	Tuburi MAVAC	Import (Poseso)

1	2	3	4	5
	Sb	0,01 - 0,1	Tuburi cu pulbere	Import
	Ti	0,05-0,07	Prealiaj Al-Ti	I.M.V.
Al - Si	Ti + B	(0,1-0,2)Ti+0,05B	Prealiaj Al-Ti-B	I.M.V.
	P (aliaj hiper-eutectic)	0,01 - 0,03	Prealiaj Cu-P	I.M.N.
	P + S (aliaj hiper-eutectic)	(0,01-0,03)P+ (0,05-0,08)S	Prealiaj Cu-P și sulf pulbere	I.M.N.
Mg - Al	Ce + Ca	0,5 - 0,6 fiecare	Mischmetall Cretă (praf) sau marmoră măcinată (2 mm)	Import

x) Observație : I.M.V. = Intreprinderea Mecanică Vaslui
S.M.A.T.O. = Secție de materiale auxiliare pentru turnătorii Oltenița
I.M.N. = Intreprinderea Metalurgică Neferal

Fluxuri de protecție și rafinare utilizate la
elaborarea aliajelor neferoase

Nr. crt.	Denumirea produs din import (POSECO și BONIFACE-THIEN)	Efect	Echivalent indigen (ICPTSC-București)	Tipul de aliaj elaborat
1	2	3	4	5
1.	CUPREX a-bloc 1 b-bloc 14	Degazare și protecție oxidantă Elimină impuritățile. Mărește caracteristicile mecanice	CUPROM	Cupru comercial Bronz cu staniu Aliaje CuNi Bronz cu nichel Aliaj tip MONEL Bronz fosforos Aliaj CuNi cu 5% Zn
2.	ALBRAG (2,3)	Protecție și dezoxidare Evită pierderile de zinc și micșorează ardările Reduce proporția de zgură și depunerea acestora pe peretele creuzetului Nu influențează asupra compoziției aliajului	CUPRAL	Aliaje cu cupru cu : Al, Si și Mn
3.	RECUPEX 55	Protecție și reducerea pierderilor prin oxidare Produce zgură fluidă Dizolvă și elimină impuritățile (de exemplu Al) Recuperarea deșeurilor	REXIL	Aliaje CuZn
4.	ALPILEX "P"	Elimină crustele formate pe peretele creuzetului	REDOX	Aliaje neferoase ușoare
5.	COVERAL "SEA"	Curățirea crustelor de pe peretele creuzetului	P-Al-4	Aliaje de aluminiu
6.	COVERAL "125"	Protecție contra oxidării și absorbției de gaze	P-Al	Aliaje ușoare
7.	COVERAL "11"	Protecție, rafinare Indepărtarea spumei Reduce pierderile de metal	P-Al-3	Aliaje ușoare

1	2	3	4	5
8. COVERAL "11BLM"	Protecție	P-Al-1	Aliaje de aluminiu fără Mg	
9.. COVERAL "72"	Protecție Reacție exotermă Produce spumă fluidă Reduce pierderile de metel	I-2	Turnarea sub pre- siune a aliajelor cu temp. de topire sub 600°C (cu mult Si)	
10. ALUFLUX "E"	Protecție	P-Al-2	Aliaje de aluminiu fără magneziu	
11. A-III (aluminiu flux Japonia)	Protecție	P-Al-1	Aliaje de aluminiu fără magneziu	
12. COVERAL 33	Protecție Refinare	D-Al-1	Aliaje de aluminiu cu 2...12% Mg	
13. COVERAL flux AP2	Protecție Refinare	D-Al-2	Aliaje de aluminiu cu max. 7% Mg	
14. COVERAL 65	Refinare Evacuare oxizii de Mg și Al	D-Al-5	Aliaje de aluminiu cu max. 7% Mg	
15. TUBES "P"	Refinare Mărește fluiditatea	FOSFOROM	Bronzuri și alame	
"TUBES "DS"	Refinare	FOSFOROM	Alame și bronzuri	
17. DYCASTALL	Refinare Reduce tendința de fisurare și forma- rea rețasurilor	SILVAL	Aliaje de aluminiu turnate în forme metalice	
18. REGENEX	Refinare Recuperare din deșeuri a aluminiului	R-O	Deșeuri de la elaborarea aliaje- lor de aluminiu	

Fluxuri de degazare utilizate la elaborarea
aliajelor neferoase

Nr. crt.	Denumirea produsului din import (FOSECO și BONIFACE- THIEM)	E f e c t	Echiva- lent indigen (I.C.P.T.S.C.- București și I.M.N.R.)	Tipul de aliaj elaborat
1. DEGASER 190		Eliminarea hidrogenului Afînare	G-Al-1	Aliaje ușoare
2. DEGASER 300		Degazare puternică	G-Al-2	Aliaje ușoare
3. DEGASER 450		Degazare Afînare	ALMED	Aliaje ușoare

Fondanți acoperire și de rafinare
pentru laborarea aliajelor neferoase

Nr. crt.	Tipul de aliaj elaborat	Fondanți	
		De acoperire	De rafinare
0	1	2	3
1.	Bronzuri cu staniu, cu plumb	- Sodă calcinată 50% + fluorină 50% - Sodă calcinată 50% + sticlă pisată 50% - Sodă calcinată 20% + fluorină 40% + cuarțită 40%	- Sodă calcinată 40% + fluorină 40% + borax 20% - Bi oxid de mangan 55% + hexafluosilicat de sodiu 25% + cuarțită 20%
2.	Bronzuri cu aluminiu	- Sticlă pisată 70% + borax 30% - Sodă calcinată 50% + sticlă pisată 50%	- Criolită 60% + sare gemă (NaCl) 40% - Fluorină 40% + sulfat de sodiu 30% + sodă calcinată 30%
3.	Alame	- Nisip cuarțos 60% + sodă calcinată 30% + sare gemă 10% - Mangal uscat (bucăți) - Sticlă pisată 100% (în special la elamele cu mangan)	- Fluorură de calciu 50% + fluorură de magneziu 50%
4.	Aliaje de cupru, aliate cu nichel, siliciu, mangan, carbon (tip MONEL)	- Sticlă pisată 37% + borax 63% - Bi oxid de mangan 66% + hexafluosilicat de sodiu 8% + cuarțită 20% + fluorură de sodiu 6%	- Prealiaj Ni-C (cu 1,8 - 2,2% C) pentru dezoxidare, în proporție de 0,3% din șarjă
5.	Aliaje de aluminiu (fără magneziu)	- Criolită 15% + sare gemă 60% + clorură de potasiu 25% - Sare gemă 50% + clorură de potasiu 50%	- Hexa clor etan (C_2Cl_6) în cantitate de 0,1 - 0,2% din masa șarjei respective
6.	Aliaje de aluminiu, cu magneziu	- Carnelită ($MgCl_2 + KCl$) 100% - Carnelită 60% + fluorură de magneziu 40%	- Carnelită 60% + clorură de potasiu 25% + clorură de calciu 15%

0	1	2	3
7. Aliaje de aluminiu, cu siliciu	- Clorură de potasiu 50% + sare gemă 39% + criolită 6,5% + fluorură de calciu 4,5%	- Clorură de potasiu 47% + sare gemă 30% + criolită 23%	
8. Aliaje de magneziu	- Clorură de magneziu 35% + clorură de potasiu 25% + clorură de calciu 12% + fluorură de calciu 18% + oxid de magneziu (MgO) 10% - Borax 60% + oxid de bor (B_2O_4) 40%	- Clorură de calciu 35% + clorură de potasiu 25% + clorură de bariu 18% + clorură de sodiu 12% + fluorură de calciu 10% + fluorură de bariu 10%	
9. Aliaje de nichel	- Sticlă pisată 100% - Oxid de calciu (CaO) - 100%	- Fluorură de calciu (CaF_2) - 100%	

Fluxuri modificatoare utilizate la
elaborarea aliajelor neferoase

Nr. crt.	Denumirea produsului din import (POSECO și BONIFACE-THIEM)	E f e c t	Echivalent indigen (ICPTSC-București)	Tipul de aliaj elaborat
1.	COVERAL 32B	Efect modificator f. puternic Temp. de reacție 740 °C	ALSIM	Turnarea în forma din amestec sau metalice a aliajelor de aluminiu
2.	COVERAL bloc K 700	Mentținerea îndelungată a acțiunii modificatoare	ALSIM Bloc	Aliaje AlSi la turnarea în forme metalice
3.	NUCLEANT 186	Modificare și afinare	M-Al-2	Aliaje de aluminiu și AlSi eutectice și hipereutectice, fără magneziu
4.	ALUFLUX "T"	Modificare și afinare	M-Al-1	Idem
5.	EBA-SI VEREDLER	Afinare și modificare	M-Al-6	Idem

Fondanți pentru aliaje pe baza de aluminiu

Fondantul	Componenți, %											Temp. de topire °C
	3NaF	AlF ₃	NaF	KF	CaF ₂	Na ₂ SiF ₆	C ₂ Cl ₆	NaCl	KCl	ZnCl ₂	MgCl ₂	
Dezoxidanți	33	-						67	-			735
acoperitori	15	-						60	25			-
	-	20						-	80			635
	-	10						-	90			700
	-	30						20	50			-
	-	10						40	45			600
Dezoxidant					-			30	-		70	
acoperitor					-			24	18		58	
pentru					7			7	36		50	
aliaje					-			33	33		34	
Al-Mg					6			-	39		55	
Degazant	-			-		-	-	50	-	50	-	
dezoxidant	-			-		-	-	50	-	-	50	
	5			-		85	-	5	5	-	-	
	-			-		42-70	5-7	14-18	9-28	-	-	
	-			-		-	-	20	5	75	-	
	-			10		20	-	40	30	-	-	
Ameliora- tori pt.	-	60		-				40	-	-		740
aliaje	-	50		-				27	23	-		690
eutectice	-	23			31			23	23	-		640-650
Al-Si	5	35		-				40	15	5MnCl ₂		-

Oxidarea elementelor (pierderi specifice prin ardere) la elaborarea diferitelor tipuri de aliaje neferoase (în % masice)

Nr. crt.	Elementul	Aliajul elaborat, cu baza de :			
		Cu Alame ; Bronzuri	Al	Mg	Pb
1.	Cu	1-1,5	0,5-1,5	-	0,5
2.	Al	2-3	1-5	2-3	-
3.	Zn	2-5	1-3	2	-
4.	Si	4-8	1-10	1-10	-
5.	Mn	2-3	0,5-2	10	-
6.	Sn	1,5	-	-	0,5-1
7.	Ni	1,2	0,5-1	-	5-15
8.	Pb	1-2	-	-	0,5-1
9.	Be	10-15	-	10-20	-
10.	Mg	-	2-4	3-5	-
11.	Ti	10-30	10-20	-	-
12.	Zr	3-10	-	3-5	-
13.	Ce	-	-	-	2-10
14.	Sb	-	-	-	0,5

Oxidarea elementelor la elaborarea aliajelor neferoase
în funcție de compactitatea încărcăturii și tipul agrega-
tului de elaborare (în % masice)

Nr. crt. Elementul	Compactitatea încărcăturii C - compactă, neoxidată N - necompactă, oxidată	Tipul agregatului de elaborare		Aliaje la care se constată cele mai mari pierderi cu baza de :	
		Cuptor cu creuzet	Cuptor cu vatră		
o	1	2	3	4	5
1. Al	C	0,5-1,0	2-3	Al, Cu, Ni	
	N	2-3	3-5		
2. Mg	C	1-5	1-10	Cu	
	N	2-10	2-20		
3. Cu	C	0,5-1,5	1,0- 1,5	Cu	
	N	1,0-1,5	1-3		
4. Ni	C	0,5-1,0	0,5- 1,5	Pierderi constante indiferent de tipul aliajului	
	N	1,0-1,5	1- 2		
5. Si, Mn	C	1 - 3	1 - 5	Cu	
	N	2 - 3	5 -10		
6. Be	C	2 - 7	5 - 10	Al. Mg	
	N	5 - 10	7 - 20		
7. Ti	C	1,0-1,5	2-5	Al, Cu	
	N	2 - 5	5-30		

o	1	2	3	4	5
8.	Zn	C N	1 - 3 1 - 5	2 - 10 3 - 20	Cu
9.	Sn	C N	0,5 - 1,5 1,0 - 1,5	1 - 1,5 1 - 3	Pierderi constante indiferent de tipul aliajului
10.	Pb	C N	0,5 - 1,0 1 - 2	1 - 2 1 - 3	Pierderi constante indiferent de tipul aliajului
11.	Cd ; P	C N	10 - 30 30 - 50	30 - 40 30 - 70	Cu

Oxidarea elementelor de eliere la elaborarea aliajelor
neferose în funcție de particularitățile topirii :
tipul de fondant, tipul de combustibil, numărul de
topiri sau retopiri

Tipul aliajului elaborat, cu baza de :		C u p r u						Al	Zn	Sn	
Elementul de aliere ; modul de introducere (pre- aliajul)		Sn	SnP SnZn	SnZn PbZn ZnPB Ni SnPb	SiFe Mn FeSi	AlFe MnAl FeNi FeAl	(ZnPB	ZnAl Mn ZnMn PbZn MnFe Pb ZnAl ZnSi	Si SiCu SiMg SiZn	Al AlCu	Sb SbPB Pb
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A ₁ ; % : Pierderi în cuptor încălzit cu cocs fără fon- dant acoperitor		2,0	3,4	5,0	3,0	9,0	5,2	-	4,2	4,9	-
A ₂ ; % Pierderi în funcție de combusti- bilul utilizat	SOLID(COCS)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
	LIQUID(păcură)	2,2	0,5	1,1	1,3	-	1,5	-	-	-	-
	GAZOS (gaz metan)	-	-	0,9	0,7	0,8	0,8	-	0,6	0,8	-
	ELECTRIC	-	-	-	-	0,3	0,4	-	0,6	-	-

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$A_3, \%$:											
Pierderi dependente de tipul fondantului acoperitor sau de rafinare											
CRIOLIT $3NaF \cdot AlF_3$											
Na_3AlF_6	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-
CARBUNE	0,6	0,5	0,5	-	-	0,5	-	-	-	-	0,5
FLUORINA CaF_2	-	-	-	1,0	-	0,5	-	-	-	-	0,7
Amestec I : Sticlă+borax+nisip	1,5	-	-	0,7	0,8	0,6	0,8	-	-	-	0,9
Amestec II : $NaCl$ +Borax+nisip	1,1	1,2	1,0	-	-	-	1,1	-	-	-	1,1
CLORURA DE ZINC $ZnCl_2$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,8
Amestec III : Colofoniu + Tipirig	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,8
CARNALITA $MgCl_2 \cdot KCl$	2,0	-	-	2,0	1,3	-	-	-	-	-	1,8
SODA Na_2CO_3	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	-	2,0
BORAX $Na_2B_4O_7$	-	-	-	-	-	-	5,2	-	-	-	2,4
$A_m, \%$:											
Pierderi consumate la o singură topire	2,0	3,0		2,5	2,0	2,0	3,5	3,5	2,6	3,0	2,0

$$A_T = A_1 \text{ sau } A_T = A_2 + A_3$$

Căldură de formare a unor oxizi și temperatură lor de topire

Nr. crt.	Reacția	Căldură de formare		Temperatură de topire °C
		$\frac{\text{Kcal}}{\text{mol}}$	$\frac{\text{Kcal}}{\text{kg O}_2}$	
1	2	3	4	5
1.	$\text{Ca} + 1/2\text{O}_2 = \text{CaO}$	152,1	9506,3	2572
2.	$\text{Mg} + 1/2\text{O}_2 = \text{MgO}$	292,0	9125,0	2800
3.	$2\text{Li} + 1/2\text{O}_2 = \text{Li}_2\text{O}$	142,8	8925,0	1700
4.	$\text{Be} + 1/2\text{O}_2 = \text{BeO}$	135,0	8437,5	2400
5.	$2\text{Al} + 3/2\text{O}_2 = \text{Al}_2\text{O}_3$	393,3	8193,7	2050
6.	$\text{Ti} + \text{O}_2 = \text{TiO}_2$	218,1	6818,8	1640
7.	$\text{Si} + \text{O}_2 = \text{SiO}_2$	205,1	6412,5	1710
8.	$2\text{Na} + 1/2\text{O}_2 = \text{Na}_2\text{O}$	100,7	6293,8	-
9.	$2\text{Cr} + 3/2\text{O}_2 = \text{Cr}_2\text{O}_3$	283,9	6018,8	1900
10.	$\text{Zn} + 1/2\text{O}_2 = \text{ZnO}$	83,3	5206,0	1800
11.	$2\text{P} + 5/2\text{O}_2 = \text{P}_2\text{O}_5$	369,9	4625,0	563
12.	$\text{Sn} + \text{O}_2 = \text{SnO}_2$	138,0	4312,5	-
13.	$\text{Cd} + 1/2\text{O}_2 = \text{CdO}$	65,2	4075,0	-
14.	$\text{Fe} + 1/2\text{O}_2 = \text{FeO}$	64,6	4037,0	1420
15.	$\text{Ni} + 1/2\text{O}_2 = \text{NiO}$	58,9	3683,3	1660
16.	$2\text{Sb} + 3/2\text{O}_2 = \text{Sb}_2\text{O}_3$	163,0	3394,0	656
17.	$\text{Pb} + 1/2\text{O}_2 = \text{PbO}$	52,7	3294,0	888
18.	$\text{U}_2 + 1/2\text{O}_2 = \text{H}_2\text{O}$	57,7	3200,0	-
19.	$2\text{As} + 3/2\text{O}_2 = \text{As}_2\text{O}_3$	154,7	3225,0	275
20.	$\text{C} + \text{O}_2 = \text{CO}_2$	97,8	3056,0	-
21.	$2\text{Sb} + 5/2\text{O}_2 = \text{Sb}_2\text{O}_5$	229,6	2869,0	-

1	2	3	4	5
22. $2\text{Bi} + 3/2\text{O}_2 = \text{Bi}_2\text{O}_3$	282,1	2831,0	-	
23. $2\text{As} + 5/2\text{O}_2 = \text{As}_2\text{O}_5$	219,4	2743,8	-	
24. $2\text{Cu} + 1/2\text{O}_2 = \text{Cu}_2\text{O}$	40,4	2525,0	1235	
25. $\text{S} + \text{O}_2 = \text{SO}_2$	70,9	2218,8	-	
26. $\text{Cu} + 1/2\text{O}_2 = \text{CO}$	27,7	1856,3	-	
27. $2\text{Ag} + 1/2\text{O}_2 = \text{Ag}_2\text{O}$	6,3	406,3	-	
28. $2\text{Au} + 1/2\text{O}_2 = \text{Au}_2\text{O}$	-12,8	- 269	-	

Proprietăți fizice ale unor metale neferoase folosite în turnatorii

Nr. crt.	Proprietatea	Unitatea de măsură	METALUL													
			Al	Be	Cd	Cr	Cu	Mg	Mn	Ni	Pb	Sb	Si	Sn	Ti	Zn
o	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1.	Numărul atomic		13	4	48	24	29	12	25	28	82	51	14	50	22	30
2.	Greutatea atomică		26,97	9	112,4	52	63,5	24,3	55	58,66	207,2	121,7	28	118,7	48	65,4
3.	Volumul atomic	cm ³	14	5	14,0	10,0	7,10	14	7,4	6,6	18,27	18	11	16,3	11	9,2
4.	Densitatea	kg/cm ³	2,7	1,82	8,65	7,2	8,96	1,74	7,4	8,9	11,30	6,69	2,33	7,3	6,69	7,13
5.	Temperatura de topire	°C	660	1280	321	1800	1083	650	1245	1455	327	630	1440	232	1725	420
6.	Temperatura de fierbere	°C	2056	3000	768	2330	2595	1110	2150	2730	1740	1440	2660	2270	3000	906
7.	Căldura specifică	cal/g°C	0,226	0,42	0,055	0,11	0,092	0,25	0,111	0,106	0,031	0,048	0,76	0,054	0,126	0,092
8.	Căldura de topire	cal/g	94	262	13,6	90	50,46	89	64	73,8	6,30	40	313	14,5	26	24,1
9.	Coef. de dilatare 10 ⁻⁶ /°C	-	23,8	10,7	30,0	6,2	16,5	26	22	13,3	29,3	22,0	5,5	23,0	8,8	39,7
10.	Conductivitate termică	$\frac{\text{cal}}{\text{cm} \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{s}}$	0,52	0,46	0,22	0,16	0,94	0,38	-	0,22	0,083	0,042	0,19	0,16	0,036	0,27
11.	Rezistivitate electrică	cm	2,62	5,5	7,50	140	1,673	4,46	18,5	6,84	20,6	3,9	85	11,5	60	5,92
12.	Rezistență la rupere	daN/mm ²	5-8	7,75	4,50	-	15-20	12,0	-	40-45	2,0	-	-	3,4	56-88	11,0
13.	Alungirea la rupere	%	40-60	-	50,0	-	40,45	4,0	-	40-50	-	-	-	40,0	550	5,0
14.	Duritatea	HB	24-35	97	22,0	108	25,50	-	-	90	69	30-50	-	12,0	57	42

Anexa 22 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
15. Modulul de elasticitate	daN/mm ²	6500	3700	-	3600	12500	4360	16100	22000	1700	-	1600	3900	1500	-	
16. Contractia volumetrică	%	6,6	-	-	4,92	-	-	-	3,5	-	-	2,8	-	-	-	
17. Sistem de cristalizare	c.f.c.	hexag.	c.v.c	cfc	hexag	cubic complex	cfc	cfc	cfc	cubic	tetrag. v.c.	hexag.	hexag			

Proprietățile unor metale neferoase în stare lichidă

Nr. crt.	Metalul	Coef. de dilatare cubică		Contra- ția de volum la soli- dificare, %	Densi- tatea g/cm ³	Căldu- ra specif. cal/g°C	Conduc- tivit. termică cal cm.°C.s	Rezistența electrică cm		Vâscozitatea		Tempera- tura la care pre- siunea de vapo- ri este 1 mm Hg
		Tempera- tura °C	c x 10 ⁶					La temp. de topi- re	R lichid R solid	Tempe- ratura °C	Con- ti- po- se	
1.	Al	660-1100	122	6,0	2,40	0,300	0,20	20,4	1,80	700	2,89	1600
2.	Cu	1083-1300	190	4,0	8,30	0,1271	-	25,2	2,10	1100	3,30	1620
3.	Mg	650-750	700	4,10	1,57	0,350	-	29,0	-	-	-	605
4.	Ni	-	-	-	-	0,161	-	100,0	2,0	-	-	1910
5.	Pb	327-850	116	3,50	10,30	0,030	0,05	20,4	1,98	400	2,31	980
6.	Sb	640-970	96	-0,95exp.	6,55	0,060	0,05	110,0	0,70	700	1,26	720
7.	Sn	400-700	100	2,80	6,98	0,060	0,08	47,3	2,10	300	1,57	1600
8.	Zn	420-800	139	4,20	6,70	0,121	0,14	37,4	2,10	450	3,17	490

B I B L I O G R A F I E

1. ALTMAN, M.B. ș.a. - Topirea și turnarea aliajelor neferoase.
Editura Metalurgizdat, Moscova, 1973
2. BRABIE, V. NICOLAE, A. și MOLDOVAN, P. - Elaborarea aliajelor.
Editura Didactică și Pedagogică, București, 1978.
3. COSNEANU, C. ș.a. - Materiale auxiliare pentru turnătorie.
Editura Tehnică, București, 1983.
4. COSNEANU, C. ș.a. - Elaborarea aliajelor de turnătorie în
cupatoare electrice prin inducție. Editura
Tehnică, București, 1974.
5. GADEA, S. și PROTOPOESCU, M. - Aliaje neferoase. Editura
Tehnică, București, 1965.
6. GORNY, Z. ș.a. - Turnarea metalelor și aliajelor neferoase.
Traducere prescurtată și adaptată din
limbă polonă. Editura Tehnică, București,
1969.
7. IENCIU, M. ș.a. - Elaborarea și turnarea aliajelor neferoase.
Editura Didactică și Pedagogică, București,
1982.
8. IENCIU, M. ș.a. - Elaborarea și turnarea aliajelor neferoase
speciale. Editura Didactică și Pedagogică,
București, 1985.
9. IENCIU, M. ș.a. - Aliaje neferoase. Partea I : Elaborare
și turnare. Litografie I.P.B., București,
1983.
10. KURDIUMOV, A.V. ș.a. - Laboratornîe rabotî po tehnologii
liteinogo proizvodstva. Editura Mașino-
stroenie, Moscova, 1970.
11. LEEBEDEV, V.M. ș.a. - Turnarea pieselor din aliaje de aluminiu.
Traducere din limba rusă. Editura Tehnică,
București, 1972.

12. MALTEV, M.V. - Modificarea structurii metalelor și aliajelor. Traducere din limba rusă. Editura Tehnică, București, 1966.
13. MILITIN, K.N. - Topirea și turnarea metalelor neferoase. Traducere din limba rusă. Editura Tehnică, 1966.
14. SOFRONI, L. - Elaborarea și turnarea aliajelor. Editura Didactică și Pedagogică, București, 1975.
15. SOFRONI, L., CERNAT, C. și STANESCU, I. - Elaborarea și turnarea metalelor și aliajelor neferoase. Litografia I.P.B., București, 1973.
16. STEFANESCU, C. și CAZACU, I. - Tehnologie de executare a pieselor prin turnare. Editura Tehnică, București, 1981.
17. STEFANESCU, C. ș.a. - Indrumătorul proiectantului de tehnologii în turnătorii. Editura Tehnică, București, vol. I - 1985, vol. II - 1986.
18. x x x Sprevochnik po mashinostroitel'nim materialam. Tvetnie metalli i ih spavi. Editura Mashghiz, Moscova, 1959.

Centrul de multiplicat cursuri
I. P. B. Splaiul Independenței 313

Tiparul executat sub comanda nr. 54

Tiraj exemplare 100